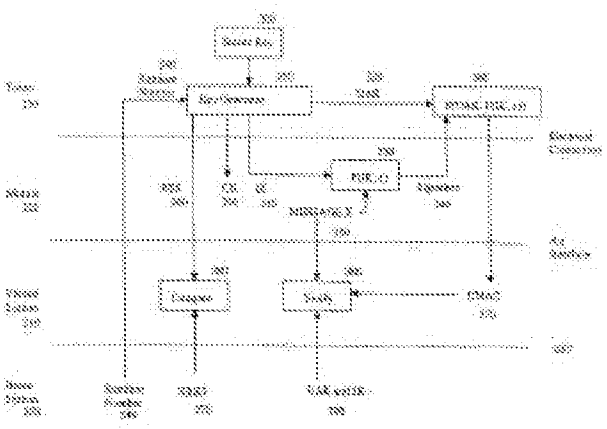
LOCAL AUTHENTICATION IN A COMMUNICATION SYSTEM

Patent number:	JP2004533174 (T)
Publication date:	2004-10-28
Inventor(s):	
Applicant(s):	
Classification:	
- international:	*H04L29/06; H04L9/32; H04M3/00; H04W12/06;* H04L29/06; H04L9/32; H04M3/00; H04W12/00; (IPC1-7): H04L9/32; H04M3/00; H04Q7/38
- european:	H04L29/06S12; H04L9/32R; H04Q7/38A
Application number:	JP20020592675T 20020521
Priority number(s):	US20010863139 20010522; WO2002US16103 20020521

Abstract not available for JP 2004533174 (T)
Abstract of correspondent: **WO 02096150 (A1)**
Translate this text

Methods and apparatus are presented for providing local authentication of subscribers travelling outside their home systems. A subscriber identification token (230) provides authentication support by generating a signature (370) based upon a key that is held secret from a mobile unit (220). A mobile unit (220) that is programmed to wrongfully retain keys from a subscriber identification token (230) after a subscriber has removed his or her token is prevented from subsequently accessing the subscriber's account.



(19)日本国特許庁(JP)　(12)公表特許公報(A)　(11)特許出願公表番号
特表2004-533174
(P2004-533174A)
(43)公表日　平成16年10月28日(2004.10.28)

(51)Int.Cl.[7]		F I			テーマコード（参考）
H04L	9/32	H04L	9/00	675B	5J104
H04M	3/00	H04M	3/00	C	5K051
H04Q	7/38	H04B	7/26	109R	5K067
		H04L	9/00	673A	
		H04L	9/00	675Z	

審査請求 未請求　予備審査請求 有　（全 48 頁）

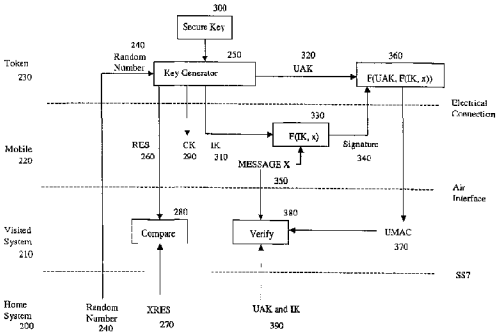
(21)出願番号　特願2002-592675(P2002-592675)
(86)(22)出願日　平成14年5月21日(2002.5.21)
(85)翻訳文提出日　平成15年11月25日(2003.11.25)
(86)国際出願番号　PCT/US2002/016103
(87)国際公開番号　WO2002/096150
(87)国際公開日　平成14年11月28日(2002.11.28)
(31)優先権主張番号　09/863,139
(32)優先日　平成13年5月22日(2001.5.22)
(33)優先権主張国　米国(US)

(71)出願人　595020643
クゥアルコム・インコーポレイテッド
ＱＵＡＬＣＯＭＭ　ＩＮＣＯＲＰＯＲＡＴＥＤ
アメリカ合衆国、カリフォルニア州　９２１２１－１７１４、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ　５７７５
(74)代理人　100058479
弁理士　鈴江　武彦
(74)代理人　100091351
弁理士　河野　哲
(74)代理人　100088683
弁理士　中村　誠
(74)代理人　100109830
弁理士　福原　淑弘

最終頁に続く

(54)【発明の名称】通信システムにおけるローカル認証のための装置と方法

(57)【要約】
【課題】
【解決手段】方法及び装置は彼等のホームシステム外に旅行している加入者のローカル認証を提供するために与えられる。加入者識別トークン（２３０）は移動体ユニット（２２０）から秘密を保持されるキーに基づいた署名（３７０）を発生することにより認証支持を提供する。加入者が彼等のトークンを抹消した後にも加入者識別トークン（２３０）からキーを不当に保有するようにプログラムされる移動体ユニット（２２０）は、その加入者の口座に続いてアクセスすることをさせない。
【選択図】図４



【特許請求の範囲】
【請求項１】
下記を具備する、通信システムにおいて加入者のローカル認証を提供するための加入者識別モジュール：
メモリ、及び；
該メモリ内に蓄積された１セットの命令を実施するように構成されたプロセッサ、該命令のセットは下記を行う：
受信されたチャレンジに応じて複数のキーを発生する：
該複数のキーからの第１のキーに基づいた初期値を発生する；
該初期値を受信された信号と連結し、入力値を形成する、該受信された信号は該加入者識別モジュールに通信的に連結された通信ユニットから送信される、及び該　受信された信号は該複数のキーからの第２のキーを使用して該通信ユニットにより発生　され、該第２のキーは該加入者識別モジュールから該通信ユニットに通信された；
認証信号を形成するために該入力値をハッシュする；及び
該通信ユニットを介して該通信システムに該認証信号を送信する。
【請求項２】
該入力値をハッシュすることは該安全ハッシュアルゴリズム（ＳＨＡ－１）に従って実行される、請求項１記載の装置。
【請求項３】
該初期値を発生することは該第１のキーをパッドすることを具備する、請求項１記載の装置。
【請求項４】
該初期値を発生することは定数値に、パッドされた第１のキー　ビット－ワイズを付加することをさらに具備する、請求項３記載の装置。
【請求項５】
該受信された信号は下記を行うことにより該通信ユニットで発生される、請求項１記載の装置：
該加入者識別モジュールから該第２のキーを受信する；
該第２のキーに基づいたローカル初期値を発生する；
ローカル入力値を形成するために該ローカル初期値とメッセージとを連結する；
該受信された信号を形成するために該ローカル入力値をハッシュする；及び
該加入者識別モジュールに該受信された信号を送信する。
【請求項６】
該ローカル初期値を発生することは該第２のキーをパッドすることを具備する、請求項５記載の装置。
【請求項７】
該ローカル初期値を発生することは第２の定数値に、パッドされた第２のキー　ビット－ワイズを付加することをさらに具備する、請求項６記載の装置。
【請求項８】
下記を具備する、加入者識別モジュール：
キー発生素子；及び
該キー発生素子から秘密キーを、及び移動体ユニットから情報を、受信するように構成された、及び該移動体ユニットに送出されるであろう署名を発生するようにさらに構成された署名発生器、該署名は該秘密キーを該移動体ユニットからの該情報と連結することにより及び該連結された秘密キー及び情報をハッシュすることにより発生される。
【請求項９】
該キー発生素子は下記を具備する、請求項８記載の加入者識別モジュール：
メモリ；及び
該メモリ内に蓄積された１セットの命令を実行するように構成されたプロセッサ、ここで該命令のセットは複数の臨時キーを形成するために入力値上で暗号変換を実行する。

【請求項１０】
該暗号変換は固定キーを使用して実行される、請求項９記載の加入者識別モジュール。
【請求項１１】
通信ユニットと対話するように構成された加入者識別モジュールを具備する、通信システムにおいて加入者の安全なローカル認証を提供するための装置、ここで該加入者識別モジュールは下記を具備する：
受信された値と秘密の値とから複数のキーを発生するためのキー発生器、ここで該複数のキーからの少なくとも１つの通信キーは該通信ユニットに伝送される及び該複数のキーからの少なくとも１つの秘密キーは該通信ユニットに伝送されない；及び
該少なくとも１つの秘密キーの１形式を認可メッセージと共にハッシュすることから認可信号を発生するための署名発生器、ここで認可メッセージは該少なくとも１つの通信キーの１形式を使用して該通信ユニットにより発生される。
【請求項１２】
該加入者識別モジュールは該通信ユニットに挿入されるように構成される、請求項１１記載の装置。
【請求項１３】
該少なくとも１つの通信キーは統合性キーを具備する、請求項１１記載の装置。
【請求項１４】
ハッシュすることはＳＨＡ－１に従って実行される、請求項１１記載の装置。
【請求項１５】
下記を具備する、加入者識別装置を使用して加入者の認証を提供するための方法：
複数のキーを発生する；
該加入者識別装置に通信的に連結された通信装置に該複数のキーから、少なくとも１つのキーを送信する及び該複数のキーからの少なくとも１つのキーで秘密を保持する；
該通信装置に送信された該少なくとも１つのキー及び送信メッセージの両者を使用して該通信装置で署名を発生する、ここで発生することは該少なくとも１つのキーと該送信メッセージとから形成された連結値をハッシュすることにより実施される；
該加入者識別装置に該署名を送信する；
該加入者識別装置で該署名を受信する；
該受信された署名から一次署名を発生する、ここで該発生することは該少なくとも１つの秘密キーから形成された連結値と該通信装置から受信された該署名とをハッシュすることにより実施される；及び
通信システムに該一次署名を伝達する。
【請求項１６】
ハッシュすることはＳＨＡ－１に従って実施される、請求項１５記載の方法。
【請求項１７】
下記を具備する、無線通信システムにおいて加入者を認証するための装置、ここで該装置は該無線通信システム内で動作する移動局に通信的に連結されることができる：
メモリ；及び
該メモリ内に蓄積された１セットの命令を実施するように構成されたプロセッサ、該命令のセットは該移動局から秘密を保持されたキーに基づいた一次署名と該移動局から受信される二次署名とを選択的に発生する。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は通信システムに関し、そしてより詳しくは、通信システム加入者のローカル認証(local authentication)に関する。
【背景技術】
【０００２】
無線通信の分野は、例えば、コードレス電話機、ページング、無線ローカルループ、個人

ディジタル補助(assistants)（ＰＤＡ）、インターネット電話、及び衛星通信システムを含む多くのアプリケーションを有する。特に重要なアプリケーションは移動体加入者用のセルラ電話システムである。この中で使用されるように、術語“セルラ”システムはセルラ及び個人通信サービス（ＰＣＳ）の両周波数を含む。種々の大気中送信インターフェイスは、例えば、周波数分割多重アクセス（ＦＤＭＡ）、時分割多重アクセス（ＴＤＭＡ）、及び符号分割多重アクセス（ＣＤＭＡ）を含むそのようなセルラ電話システムのために開発された。それに関して、種々の国内及び国際標準は、例えば、進歩した移動電話サービス（ＡＭＰＳ）、移動体用グローバルシステム（ＧＳＭ）、及び暫定標準９５（ＩＳ－９５）を含んで確立された。特に、ＩＳ－９５とその派生物、ＩＳ－９５Ａ、ＩＳ－９５Ｂ、ＡＮＳＩ　Ｊ－ＳＴＤ－００８（この中ではしばしば集合的にＩＳ－９５と呼ばれる）、及びデータ用に提案された高速データシステム(high-data-rate system) 等は、電気通信工業協会（ＴＩＡ）及び他の周知の標準団体により公布されている。

【０００３】

ＩＳ－９５標準の使用に従って構成されたセルラ電話システムは、高度に効率的なそして強いセルラ通信サービスを提供するためにＣＤＭＡ信号処理技術を使用する。実質的にＩＳ－９５標準の使用に従って構成された典型的なセルラ電話システムは米国特許番号第５，１０３，４５９号及び第４，９０１，３０７号に記述され、それらは本発明の譲受人に譲渡され、引用されてこの中に組み込まれる。ＣＤＭＡ技術を使用している典型的なシステムは、ＴＩＡにより発行された、ｃｄｍａ２０００ＩＴＵ－Ｒ無線送信技術（ＲＴＴ）候補者寄託（この中でｃｄｍａ２０００と呼ばれる）である。ｃｄｍａ２０００のための標準はＩＳ－２０００の草稿版内に与えられて、ＴＩＡにより認可された。ｃｄｍａ２０００案は多くの意味で(in many ways)ＩＳ－９５システムと一致する。もう１つのＣＤＭＡ標準は、第３世代パートナーシップ・プロジェクト“３ＧＰＰ”、文書番号第３Ｇ　ＴＳ２５．２１１号、第３Ｇ　ＴＳ２５．２１２号、第３Ｇ　ＴＳ２５．２１３号、及び第３Ｇ　ＴＳ２５．２１４号内に具体化されたように、Ｗ－ＣＤＭＡ標準である。

【０００４】

世界の大部分において電気通信サービスの偏在する急増と一般大衆の増加する移動性とがあるとすれば、彼等が加入者のホームシステムの領域外に旅行している間も加入者に通信サービスを提供することが望ましい。この要求を満足させる１方法は、ＧＳＭシステム内の加入者識別モジュール（ＳＩＭ）のような、識別トークン(token)の使用であり、ここで加入者はＧＳＭ電話機に挿入可能なＳＩＭカードを割り当てられる。ＳＩＭカードは、ＳＩＭカードを移動体電話機に挿入している当事者のビリング(billing)情報を識別するのに使用される情報を運ぶ。次世代ＳＩＭカードはＵＳＩＭ（ＵＴＭＳ　ＳＩＭ）カードと名前を換えられた(renamed)。ＣＤＭＡシステムでは、識別トークンは着脱可能型ユーザ・インターフェイス・モジュール（Ｒ－ＵＩＭ）と呼ばれて、同じ目的を達成する。そのような識別トークンの使用は、加入者が彼等の個人的移動体電話機無しに旅行することを可能とし、それは訪問先の(visited) 環境内では使用されない周波数上で動作できるように、また新しい口座を開設する際にコストを発生すること無くローカルに使用可能な移動体電話を使用するように構成されることができる。

【０００５】

便利ではあるが、加入者の口座情報にアクセスするためのそのような識別トークンの使用は不安定(insecure)の可能性がある。一般に、そのような識別トークンは、メッセージ暗号化のために使用される暗号キーまたは加入者を識別するための認証キーのような秘密情報を移動体電話機に送信するようにプログラムされる。口座情報の盗難を予想している(contemplating) 人は、識別トークンが抹消された(removed) 後にも秘密情報を保有する(retain)ように、または移動体電話機の正当な使用の間は他の蓄積ユニットに秘密情報を送信するように移動体電話機をプログラミングすることにより彼等の目的を達成することができる。この手法で手を加えられた(tampered)移動体電話機は以降“ローグ・シェル(rogue shell)”と呼ばれるであろう。よって、通信サービスにアクセスするために上述の秘密情報の使用をなお容易とする(facilitating)一方で、識別トークン上に蓄積された秘密

情報の安全性を保護することに最近の要求がある。

【０００６】

［概要］

彼等のホームシステム外での加入者ローミングに安全な認証を提供するための新規な方法と装置とが与えられる。１つの観点では、加入者識別トークンは移動体ユニットに認証支持を提供するように構成され、ここで移動体ユニットは秘密キーを介して変換用の加入者識別トークンに情報を伝達する。

【０００７】

１つの観点では、無線通信システムにおいて加入者を認証するための装置が与えられ、ここで装置は無線通信システム内で動作している移動局に通信的に連結されることが可能である。この装置はメモリと、メモリ内に蓄積された１セットの命令を実施するように構成されたプロセッサとを具備し、この命令のセットは移動局から秘密を保持されるキーに基づいた一次署名(signature)と、移動局から受信される二次署名とを選択的に発生するためのものである。

【０００８】

もう１つの観点では、加入者識別装置を使用して加入者の認証を提供するための方法が与えられる。この方法は下記の工程を具備する：複数のキーを発生する；加入者識別装置に通信的に連結された通信装置に複数のキーからの少なくとも１つのキーを送信して、この複数のキーからの少なくとも１つのキーで秘密を保持する；通信装置に送信された少なくとも１つのキーと送信メッセージとの両者を使用して通信装置で署名を発生する、ここで発生すること(generating)は少なくとも１つのキーと送信メッセージとから形成された連結値をハッシュする(hashing)ことにより実施される；加入者識別装置に署名を送信する；加入者識別装置で署名を受信する；受信された署名から一次署名を発生する、ここで発生することは少なくとも１つの秘密キーから形成された連結値と通信装置から受信された署名とをハッシュすることにより実施される；及び通信システムに一次署名を伝達する。

【０００９】

もう１つの観点では、加入者識別モジュールが与えられる。この加入者識別モジュールはキー発生素子と、キー発生素子から秘密キーを及び移動体ユニットから情報を受信するように構成され、そして移動体ユニットに送出されるであろう署名を発生するようにさらに構成された署名発生器とを具備し、ここで署名は秘密キーを移動体ユニットからの情報と連結することにより、そして連結された秘密キー及び情報をハッシュすることにより発生される。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１０】

図１に図示されるように、無線通信ネットワーク１０は一般に複数の移動局（加入者ユニットまたはユーザ装置とも呼ばれる）１２ａ－１２ｄ、複数の基地局（基地局トランシーバ（ＢＴＳｓ）またはノードＢとも呼ばれる）１４ａ－１４ｃ、基地局コントローラ（ＢＳＣ）（無線ネットワーク・コントローラまたはパケット制御機能とも呼ばれる）１６、移動交換局（ＭＳＣ）またはスイッチ１８、パケットデータ・サービング・ノード（ＰＤＳＮ）またはインターネットワーキング機能（ＩＷＦ）２０、公衆電話交換ネットワーク（ＰＳＴＮ）２２（典型的な例では電話会社）、及びインターネット・プロトコル（ＩＰ）ネットワーク２４（典型的な例ではインターネット）を含む。簡易化のために、４つの移動局１２ａ－１２ｄ、３つの基地局１４ａ－１４ｃ、１つのＢＳＣ１６、１つのＭＳＣ１８、及び１つのＰＤＳＮ２０が示される。いずれの数(any number)の移動局１２、基地局１４、ＢＳＣ１６、ＭＳＣ１８、及びＰＤＳＮ２０もあり得ることは、この分野の技術者により理解されるであろう。

【００１１】

１実施形態では無線通信ネットワーク１０はパケットデータ・サービス・ネットワークである。移動局１２ａ－１２ｄは、携帯型電話機、走行(running)ＩＰベース，ウエブブラウザー・アプリケーションのラップトップ・コンピュータに接続されるセルラ電話機、対

応ハンズフリー・カーキット(associated hands-free car kits)付きのセルラ電話機、走行ＩＰベース，ウエブブラウザー・アプリケーションの個人データ補助（ＰＤＡ）、携帯型コンピュータに組み込まれた無線通信モジュール、または無線ローカル・ループやメータ読取りシステムで見つけられる可能性のある固定位置通信モジュールのような、多数の異なるタイプの無線通信装置のいずれであってもよい。最も一般的な実施形態では、移動局はいずれのタイプの通信ユニットであってもよい。

【００１２】

移動局１２ａ－１２ｄは、例えば、ＥＩＡ／ＴＩＡ／ＩＳ－７０７標準のような、１つまたはそれ以上の無線パケットデータ・プロトコルを実行するように構成されてもよい。特定の実施形態では、移動局１２ａ－１２ｄはＩＰネットワーク２４に行先を定められたＩＰパケットを発生して、このＩＰパケットをポイントツーポイント・プロトコル（ＰＰＰ）を使用しているフレームにカプセル化する。

【００１３】

１実施形態においてＩＰネットワーク２４はＰＤＳＮ２０に連結され、ＰＤＮＳ２０はＭＳＣ１８に連結され、ＭＳＣ１８はＢＳＣ１６とＰＳＴＮ２２とに連結され、そしてＢＳＣ１６は、例えば、Ｅ１、Ｔ１、非同期転送モード（ＡＴＭ）、ＩＰ、フレームリレー、ＨＤＳＬ、ＡＤＳＬ、またはｘＤＳＬを含むいくつかの既知のプロトコルのいずれかに従って音声及び／またはデータパケットの送信のために構成された有線(wirelines) を介して基地局１４ａ－１４ｃに連結される。代わりの１実施形態では、ＢＳＣ１６はＰＤＳＮ２０に直接連結され、そしてＭＳＣ１８はＰＤＳＮ２０には連結されない。この発明のもう１つの実施形態では、第３世代パートナーシップ・プロジェクト２“３ＧＰＰ２”、“ｃｄｍａ２０００スペクトル拡散システム用の物理層標準”、ＴＩＡ／ＥＩＡ／ＩＳ－２０００－２－Ａ、（草案、３０版）（１９９９年１１月１９日）として公布されるように、これは引用されてこの中に完全に組み込まれており、移動局１２ａ－１２ｄは、３ＧＰＰ２文書番号第Ｃ．Ｐ０００２－Ａ、ＴＩＡ　ＰＮ－４６９４号内に定義されたＲＦインターフェイスを介して基地局１４ａ－１４ｃと通信する。

【００１４】

無線通信ネットワーク１０の典型的な動作中、基地局１４ａ－１４ｃは電話呼、ウエブブラウジング(Web browsing)、または他のデータ通信において予約された種々の移動局１２ａ－１２ｄから複数セットの逆方向リンク信号を受信して復調する。所定の基地局１４ａ－１４ｃにより受信された各逆方向リンク信号はその基地局１４ａ－１４ｃ内で処理される。各基地局１４ａ－１４ｃは複数セットの順方向リンク信号を変調して移動局１２ａ－１２ｄに送信することにより複数の移動局１２ａ－１２ｄと通信することができる。例えば、図１に示されるように、基地局１４ａは第１及び第２の移動局１２ａ，１２ｂと同時に通信し、そして基地局１４ｃは第３及び第４の移動局１２ｃ，１２ｄと同時に通信する。結果としてのパケットはＢＳＣ１６に順方向送信され、それは呼資源の割当てと、基地局１４ａ－１４ｃの１局から基地局１４ａ－１４ｃの他の局への特定の移動局１２ａ－１２ｄのための呼のソフトハンドオフのオーケストレーション(orchestration)を含む移動性の管理機能性(management functionality)とを提供する。例えば、移動局１２ｃは２局の基地局１４ｂ，１４ｃと同時に通信している。結局、移動局１２ｃが１局の基地局１４ｃから十分遠くに離れて移動する時は、その呼は他の基地局１４ｂにハンドオフされるであろう。

【００１５】

もしも伝送が従前の(conventional)電話呼であれば、ＢＳＣ１６はＭＳＣ１８に受信されたデータを送り、ＭＳＣ１８はＰＳＴＮ２２とのインターフェイスに対して追加のルーチングサービスを提供する。もしも伝送がＩＰネットワーク２４を行先と定めるデータ呼のようなパケットベースの伝送であれば、ＭＳＣ１８はＰＤＳＮ２０にデータパケットを送るであろうし、ＰＤＳＮ２０はＩＰネットワーク２４にそのパケットを送出するであろう。代わりに、ＢＳＣ１６はＰＤＳＮ２０にそのパケットを直接送るであろうし、ＰＤＳＮ２０はＩＰネットワーク２４にそのパケットを送出する。

【００１６】
図２は無線通信システム内で移動体電話機を使用している加入者を認証するための方法を図示する。彼等のホームシステム（ＨＳ）２００の領域外を旅行している加入者は訪問先(visited)システム（ＶＳ）２１０内で移動体ユニット２２０を使用する。加入者は加入者識別トークンを挿入することにより移動体ユニット２２０を使用する。そのような加入者識別トークンは、加入者が訪問先システムで新しい口座を開設する必要無しに口座サービスにアクセスすることを可能とする、暗号及び認証情報を発生するように構成される。要求（図示された記号）は移動体ユニット２２０からサービスのためのＶＳ２１０に送られる。ＶＳ２１０は加入者（図示せず）へのサービスを決定するようにＨＳ２００と連絡をとる。

【００１７】
ＨＳ２００はランダムナンバー２４０と加入者識別トークン上に保持された秘密情報の知識(knowledge)に基づいた予測応答(expected response)（ＸＲＥＳ）２７０とを発生する。ランダムナンバー２４０はチャレンジ(challenge)として使用されるべきであり、ここで目標とされた(targeted)受取人は予測応答２７０にマッチする確認応答を発生するためにランダムナンバー２４０と秘密の知識とを使用する。ランダムナンバー２４０及びＸＲＥＳ２７０はＨＳ２００からＶＳ２１０に送信される。他の情報も送信されるが、ここでは関係がない（図示せず）。ＨＳ２００とＶＳ２１０との間の通信は図１に記述された方法で容易にされる。ＶＳ２１０は移動体ユニット２２０にランダムナンバー２４０を送信して、移動体ユニット２２０からの確認メッセージ２６０の送信を待つ。確認メッセージ２６０とＸＲＥＳ２７０とはＶＳ２１０で比較素子２８０で比較される。もしも確認メッセージ２６０とＸＲＥＳ２７０とがマッチすれば、ＶＳ２１０は移動体ユニット２２０にサービスを提供し続ける。

【００１８】
移動体ユニット２２０は加入者により移動体ユニット２２０内に挿入された加入者識別トークン２３０にランダムナンバー２４０を送る。安全キー３００は加入者識別トークン２３０上に蓄積される。安全キー３００及びランダムナンバー２４０の両者は、確認メッセージ２６０、暗号法の暗号(cryptographic Cipher)キー（ＣＫ）２９０、及び統合性(Integrity)キー（ＩＫ）３１０を発生するためにキー発生器２５０により使用される。ＣＫ２９０とＩＫ３１０とは移動体ユニット２２０に伝達される。

【００１９】
移動体ユニット２２０では、通信がそのメッセージの予定された(intended)受取人のみにより解読され得るように、ＣＫ２９０は移動体ユニット２２０とＶＳ２１０との間の通信を暗号化するために使用されることができる。通信を暗号化すべく暗号キーを使用するための技術は、本発明の譲受人に譲渡され、引用されてこの中に組み込まれた、出願中の米国特許出願番号第０９／１４３，４４１号、１９９８年８月２８日提出、タイトル「暗号化ストリーム暗号を発生するための方法と装置“Ｍｅｔｈｏｄ ａｎｄ Ａｐｐａｒａｔｕｓ ｆｏｒ Ｇｅｎｅｒａｔｉｎｇ Ｅｎｃｒｙｐｔｉｏｎ Ｓｔｒｅａｍ Ｃｉｐｈｅｒｓ”」に記述されている。他の暗号化技術はこの中に記述された実施形態の範囲に影響を及ぼすこと無しに使用されることができる。

【００２０】
ＩＫ３１０はメッセージ認証符号（ＭＡＣ）を発生するために使用されることができ、ここでＭＡＣは送信メッセージフレームが特定の当事者から発せられたことを確かめるために、そしてそのメッセージが送信中に変更されなかったことを確かめるために、送信メッセージに付加される。ＭＡＣを発生するための技術は、本発明の譲受人に譲渡され、引用されてこの中に組み込まれた、出願中の米国特許出願番号第０９／３７１，１４７号、１９９９年８月９日提出、タイトル「メッセージ認証符号を発生するための方法と装置“Ｍｅｔｈｏｄ ａｎｄ Ａｐｐａｒａｔｕｓ ｆｏｒ Ｇｅｎｅｒａｔｉｎｇ ａ Ｍｅｓｓａｇｅ Ａｕｔｈｅｎｔｉｃａｔｉｏｎ Ｃｏｄｅ”」に記述されている。認証符号を発生するための他の技術はこの中に記述された実施形態の範囲に影響を及ぼすこと無し

に使用されることができる。よって、この中に使用されたような術語“署名”は、通信システムにおいて実施され得るいずれかの認証スキームの出力を表す。

【００２１】

代わりに、ＩＫ３１０は送信メッセージと別々にまたは一緒に送信される特定の情報に基づいた認証署名３４０を発生するために使用されることができる。認証署名を発生するため技術は、本発明の譲受人に譲渡され、引用されてこの中に組み込まれた、米国特許番号第５，９４３，６１５号、タイトル「無線通信システムにおいて認証セキュリティを提供するための方法と装置“Ｍｅｔｈｏｄ ａｎｄ Ａｐｐａｒａｔｕｓ ｆｏｒ Ｐｒｏｖｉｄｉｎｇ Ａｕｔｈｅｎｔｉｃａｔｉｏｎ Ｓｅｃｕｒｉｔｙ ｉｎ ａ Ｗｉｒｅｌｅｓｓ Ｃｏｍｍｕｎｉｃａｔｉｏｎ Ｓｙｓｔｅｍ”」に記述されている。認証署名３４０はＩＫ３１０を移動体ユニット２２０からのメッセージ３５０と組み合わせるハッシュ素子(hashing element) ３３０の出力である。認証署名３４０とメッセージ３５０とは放送により(over the air)ＶＳ２１０に送信される。

【００２２】

図２に見られるように、暗号化キー２９０と統合性キー(integrity key)３１０とは加入者識別トークン２３０から移動体ユニット２２０に送信され、それは放送によりパブリック・ディセミネーション(public dissemination)のためのデータフレームを発生し続ける。この技術は立ち聞きする人(eavesdropper)が放送によりそのようなキーの価値を決定するのを防ぐことができる一方で、この技術はローグ・シェルによる攻撃からの保護を提供しない。ローグ・シェル(rogue shell)は、ＣＫ２９０とＩＫ３１０とを受け入れるように、そしてその後そのようなキーの存在をローカルメモリから一掃する(purging) よりはむしろそのキーを蓄積するようにプログラムされることができる。キーを盗むもう１つの方法は、移動体ユニット２２０が他の位置への受信キーを送信するようにプログラムすることである。ＣＫ２９０とＩＫ３１０とはその後、加入者に権限のない通信を不正に広告する(bill)ために使用されることができる。ホームシステム２００で発生されたランダムナンバーは、同様の発生されたキーが拡大期間の間中使用される場合のように、不安定な方法で(in a manner that is insecure)使用されるシステムにおいて、このローグ・シェル攻撃は特に有効である。

【００２３】

ローグ・シェル攻撃に備えて保護する１実施形態は、加入者識別トークンの挿入無しには移動体ユニットにより再生され得ない電子署名を発生するために、プロセッサと加入者識別トークン内のメモリとを使用する。

【００２４】

図３は無線通信システムにおいて加入者のローカル認証を実行するための１実施形態を図示する。この実施形態では、加入者識別トークン２３０は移動体ユニット２２０に渡されないキーに基づいた認証応答を発生するようにプログラムされる。よって、もしも加入者により使用された移動体ユニットがローグ・シェルであれば、そのローグ・シェルは適正な認証応答を再現することはできない。

【００２５】

図２に記述された方法と同様に、移動体ユニット２２０は加入者識別トークン２３０から受信されるＩＫ３１０とＶＳ２１０に送られるべきメッセージとに基づいた署名信号を発生する。しかしながら、１実施形態では、署名信号はＶＳには渡されない。署名信号は加入者識別トークン２３０に渡されて、一次署名信号を発生するために付加キーと一緒に使用される。一次署名信号は移動体ユニット２２０に送出され、それは認証のためのＶＳ２１０に一次署名信号を順番に送信する。

【００２６】

ＨＳ２００はランダムナンバー２４０と加入者識別トークン上に保持された安全キーの知識に基づいた予測応答（ＸＲＥＳ）２７０とを発生する。ランダムナンバー２４０とＸＲＥＳ２７０とはＶＳ２１０に送信される。ＨＳ２００とＶＳ２１０との間の通信は図１に記述された方法で容易にされる。ＶＳ２１０は移動体ユニット２２０にランダムナンバー

２４０を送信して、移動体ユニット２２０から確認メッセージ２６０の送信を待つ。確認メッセージ２６０とＸＲＥＳ２７０とはＶＳ２１０での比較素子２８０で比較される。もしも確認メッセージ２６０とＸＲＥＳ２７０とがマッチすれば、ＶＳ２１０は移動体ユニット２２０にサービスを提供し続ける。

【００２７】

移動体ユニット２２０は加入者により移動体ユニット２２０と電子的に連結された加入者識別トークン２３０にランダムナンバー２４０を伝達する。安全キー３００は加入者識別トークン２３０上に蓄積される。安全キー３００とランダムナンバー２４０との両者は確認メッセージ２６０、暗号キー（ＣＫ）２９０、統合性キー（ＩＫ）３１０、及びＵＩＭ認証キー（ＵＡＫ）３２０を発生するためにキー発生器２５０により使用される。ＣＫ２９０とＩＫ３１０とは移動体ユニット２２０に伝達される。

【００２８】

移動体ユニット２２０で、ＣＫ２９０は送信データフレーム（図３に図示せず）を暗号化するために使用される。ＩＫ３１０は署名信号３４０を発生するために使用される。署名信号３４０はＩＫ３１０と移動体ユニット２２０からのメッセージ３５０上に、ハッシュ機能のような、暗号化演算(encryption operation)または片方向演算(one-way operation)を行使する署名発生器３３０の出力である。署名信号３４０は加入者識別トークン２３０に送信される。加入者識別トークン２３０で、署名信号３４０とＵＡＫ３２０とは一次署名信号３７０を発生するために署名発生器３６０により処理される。一次署名信号３７０は移動体ユニット２２０に、そしてＶＳ２１０に送信され、そこでは検証素子３８０は加入者のアイデンティティを認証する。検証素子３８０は署名信号３４０と一次署名信号３７０とを再生することにより検証を達成することができる。代わりに、検証素子３８０は移動体ユニット２２０から署名信号３４０を受信することができ、一次署名信号３７０のみを再生する。

【００２９】

署名信号３４０及びＶＳ２１０での一次署名信号３７０の再生は、いろいろな技術により達成され得る。１実施形態では、検証素子３８０はホームシステム２００からのＵＡＫ３９０及び統合性キーを受信できる。検証素子３８０はまた移動体ユニット２２０からメッセージ３５０を受信すると、署名信号が発生されて、その後一次署名要素を発生するために使用されることができる。

【００３０】

加入者識別トークン２３０内の署名発生器３６０はメモリとプロセッサとを備えることができ、ここでプロセッサはいろいろな技術を使用して入力を処理するように構成されることが可能である。これらの技術は暗号化技術、ハッシュ機能、または非可逆動作の形式を取ることができる。１例として、加入者識別トークンにより実施され得る１技術は、１９９４年５月、連邦情報処理標準（ＦＩＰＳ）ＰＵＢ１８６、“ディジタル署名標準（Ｄｉｇｉｔａｌ　Ｓｉｇｎａｔｕｒｅ　Ｓｔａｎｄａｒｄ）”において公布された、安全ハッシュアルゴリズム（ＳＨＡ）である。加入者識別トークンにより実行され得るもう１つの技術は、１９７７年１月、ＦＩＰＳ　ＰＵＢ４６において公布された、データ暗号化標準（ＤＥＳ）である。この中で使用されたように、術語“暗号化”の使用は必ずしも動作が可逆的で無ければならないことを意味しない。ここに記述された実施形態では、動作は非可逆的であってもよい。

【００３１】

キー発生器２５０もまたメモリとプロセッサとを備えることができる。実際に、１実施形態では、単一のプロセッサが署名発生器３６０とキー発生器２５０との機能を達成するように構成されることができる。検証は検証素子３８０で同じ入力から同じ結果を計算して、計算された値と送信された値とを比較することにより実行されることができる。

【００３２】

上記実施形態のより詳細な記述では、信号発生器３３０はこの中にＨＭＡＣ－ＳＨＡ－１として引用された技術を実施するように構成されることができる。上述の実施形態では、

ハッシュ機能は署名信号３４０を発生するために信号発生器３３０内で使用され得ることが注目された。ハッシュベースのＭＡＣｓ（ＨＭＡＣｓ）の説明は、論文“メッセージ認証のためのキーイングハッシュ機能（Ｋｅｙｉｎｇ Ｈａｓｈ Ｆｕｎｃｔｉｏｎｓ ｆｏｒ Ｍｅｓｓａｇｅ Ａｕｔｈｅｎｔｉｃａｔｉｏｎ）”、ベラレ等、暗号作成術(Cryptology)における進歩－暗号(Crypto)９６議事録、コンピュータ・サイエンス１１０９巻、スプリンガ－ヴァーラグ、１９９６年における講義ノート、内に見つけることができる。ＨＭＡＣは、２ステップ処理において、ＳＨＡ－１のような、暗号化ハッシュ機能を使用するＭＡＣスキームである。ＨＭＡＣ－ＳＨＡ－１スキームでは、ランダム及び秘密キーはＳＨＡ－１機能を初期化し、それはその後メッセージの１ダイジェストを生成する(produce)ために使用される。このキーはその後第１のダイジェストの１ダイジェストを生成するようにＳＨＡ－１を再び初期化するために使用される。この第２のダイジェストは各メッセージに付加されるであろうＭＡＣを提供する。この中に記述された実施形態では、加入者識別トークン２３０により発生される統合性キー（ＩＫ）は、ＳＨＡ－１を初期化しているランダム及び秘密キーとして使用されることができる。図４は、加入者識別トークンからの統合性キーにより初期化される移動局内のＨＭＡＣの実施の形態と、ＵＩＭ認証キーにより初期化される加入者識別トークン内のＨＭＡＣの実施の形態とを図示する図である。

【００３３】

図４において、ＨＳ２００はランダムナンバー２４０と加入者識別トークン２３０上に保持された秘密情報の知識に基づいた予測応答（ＸＲＥＳ）２７０とを発生する。ランダムナンバー２４０とＸＲＥＳ２７０とはＶＳ２１０に送信される。ＨＳ２００とＶＳ２１０との間の通信は図１に記述された方法で容易にされる。ＶＳ２１０は移動体ユニット２２０にランダムナンバー２４０を送信して、移動体ユニット２２０からの確認メッセージ２６０の送信を待つ。確認メッセージ２６０とＸＲＥＳ２７０とはＶＳ２１０での比較素子２８０で比較される。もしも確認メッセージ２６０とＸＲＥＳ２７０とがマッチすれば、ＶＳ２１０は移動体ユニット２２０にサービスを提供し続ける。

【００３４】

移動体ユニット２２０は、加入者により移動体ユニット２２０と電子的に連結された加入者識別トークン２３０にランダムナンバー２４０を伝達する。安全キー３００は加入者識別トークン２３０上に蓄積される。安全キー３００とランダムナンバー２４０との両者は、確認メッセージ２６０、暗号化キー（ＣＫ）２９０、統合性キー（ＩＫ）３１０、及びＵＩＭ認証キー（ＵＡＫ）３２０を発生するためにキー発生器２５０により使用される。ＣＫ２９０とＩＫ３１０とは移動体ユニット２２０に伝達される。

【００３５】

移動体ユニット２２０では、ＣＫ２９０は送信データフレーム（図４には図示せず）を暗号化するために使用される。ＩＫ３１０は署名発生器３３０から署名信号３４０を発生するために使用される。署名発生器３３０はＳＨＡ－１の使用によってメッセージ２６０の変換を生成するように構成される。ＳＨＡ－１ハッシュ機能はＩＫ３１０により初期化される。

【００３６】

メッセージ２６０を変換するＳＨＡ－１ハッシュ機能の結果である署名信号３４０は、加入者識別トークン２３０に送信される。加入者識別トークン２３０で、署名信号３４０とＵＡＫ３２０とは、署名発生器３６０により処理され、ＵＩＭメッセージ認証符号（ＵＭＡＣ）３７０である署名信号３４０の変換を生成する(generate)。署名発生器３６０もまたＳＨＡ－１ハッシュ機能を実施するように構成される。しかしながら、この機能はその後ＩＫ３１０よりはむしろＵＡＫ３２０を使用して初期化される。

【００３７】

ＵＭＡＣ３７０は移動体ユニット２２０とＶＳ２１０とに送信され、そこで検証素子３８０は加入者のアイデンティティを認証する。検証素子３８０は署名信号３４０とＵＭＡＣ３７０とを再生することにより検証を達成する。代わりに、検証素子３８０は移動体ユニ

ット２２０から署名信号３４０を受信して、ＵＭＡＣ３７０のみを再生することができる。

【００３８】

図５は実施形態の一般化された説明を図示するフローチャートである。ステップ５００で、移動体ユニットは認証を要求するメッセージを発生する。ステップ５０１で、移動体ユニットは加入者識別トークンから長さＬの統合性キー（ＩＫ）を受信する。ステップ５０２で、移動体ユニットは統合性キーＩＫを長さｂ、ここでｂは移動体ユニット内部の署名発生器のハッシュ機能のブロックサイズである、にパッドする(pads)。１実施形態では、キーは長さｂにゼロパッドされる(zero-padded) ことができる。他の実施形態では、キーは長さｂのパッディング定数とＸＯＲされる。もしもＩＫが既に長さｂを有するならば、そのときはこのステップは省略されることができる。ステップ５０４で、パッドされたＩＫは認証を必要とするメッセージと連結される。パッドされたＩＫとメッセージとの連結はその後、ＳＨＡのようなハッシュ機能を実施するように構成された署名発生器によりステップ５０５で細分される。１実施形態では、ＸＯＲ動作の出力はメモリ素子内に保存され、そしてもしも加入者識別トークンからのＩＫがその通信セッションの間中同一の物のままならば、さらなる使用に対して(for further use) 取り消される(recalled)ことができる。

【００３９】

もしもＵＩＭ認証キー（ＵＡＫ）が使用されるようであれば、その後プログラムフローはステップ５１０に進む。もしもＵＡＫが使用されないようであれば、その後プログラムフローはステップ５２０に進む。

【００４０】

ステップ５１０で、ステップ５０５からの細分されたメッセージは加入者識別トークンに送信される。ステップ５１１で、ＵＡＫが既に長さｂでなければ、加入者識別トークンはＵＡＫを長さｂにパッドする。パッドされたＩＫは、次のメッセージが通信セッションの間に認証を必要とする時に、再使用のためのメモリに蓄積されることができる。ステップ５１２で、パッドされたＩＫと細分されたメッセージとは連結されて、署名発生器に入力される。署名発生器は、ステップ５１３でＳＨＡ－１のような、ハッシュ機能を実施するように構成される。ステップ５１４で、署名発生器の出力は加入者識別トークンから移動体ユニットに送信される。

【００４１】

ステップ５２０で、同じ統合性キーは既に細分されたメッセージを再細分する(rehash)ために使用される。ステップ５０５からの細分されたメッセージは移動体ユニット内部の第２の署名発生器に送られる。あるいは代わりに、細分されたメッセージはステップ５０５の署名発生器に再挿入されてもよい。もしも１個の統合性キーが２つのハッシュ処理において使用されるようであれば、その時この統合性キーはハッシュ発生器の各々が異なる値で初期化されるように変更されねばならない。例えば、各ハッシュステップについて、統合性キーは両方とも長さがｂの、定数値c_1または定数値c_2のいずれかにビット－ワイズ(bit-wise)を付加されることができる。この方法を使用して、１つの統合性キーのみが加入者識別トークンにより発生されることが必要である。

【００４２】

より安全な実施形態は第２のハッシュステップが加入者識別トークンでＵＡＫを使用して実行される実施の形態であることは注目されねばならない。

【００４３】

図５に記述された処理は下記の式により数学的に記述されることができる：

$HMAC(x) = F_{token}(UAK, F_{mobile}(IK, x))$

ここで$F_Y(\ )$は位置Ｙで実行されたハッシュ関数を表し、ｘは原メッセージを表し、ＵＡＫ及びＩＫはキーであり、そしてコンマは連結を表す。

【００４４】

ＣＤＭＡシステムまたはＧＳＭシステムにおいて使用され、またＲ－ＵＩＭまたはＵＳＩ

Ｍとしても知られる加入者識別トークンは、それぞれ、上述された方法における一次署名信号またはＵＭＡＣを発生するように構成されることができ、すなわち、移動体ユニットにより発生された全メッセージは暗号化されて、認証される。しかしながら、そのようなトークン内の中央処理ユニットは限定され得るので、代替の実施形態を実施することが望ましいかも知れず、ここで重要性の重みは、重要なメッセージのみが安全に暗号化されて認証されるようにメッセージフレームに割り当てられる。例えば、ビリング情報を含むメッセージフレームは、ボイス・ペイロードを含むメッセージフレームよりも、増加された安全性について、より多くの必要性を有する。よって、移動体ユニットはビリング情報メッセージフレームに重要性のより大きい重みを割り当て、またボイス・メッセージフレームに重要性のより小さい重みを割り当てることができる。加入者識別トークンがこれらの重み付けされたメッセージから発生された署名信号を受信すると、ＣＰＵは各署名信号に付加された重要性の種々の重みを査定する(assess)ことができ、そして重く重み付けされた署名信号に対してのみ一次署名信号を決定することができる。代わりに、移動体ユニットは加入者識別トークンに“重要な”署名信号のみを伝達するようにプログラムされることができる。選択的一次署名信号発生のこの方法は、加入者識別トークンの処理負荷を軽減することにより加入者識別トークンの効率を増加させる。

【００４５】

上述された実施形態は、加入者識別トークンと移動体ユニットとの間のより安全な処置(transaction)を要求することにより、加入者の口座の権限のない使用を防ぐ。移動体ユニットは秘密のＵＡＫの知識無しには一次署名信号を発生できないので、ローグ・シェルとして活動するようにプログラムされる移動体ユニットは、違法な目的のために加入者情報を乱用する(misappropriate)ことはできない。

【００４６】

上述された実施形態はまた、メッセージよりはむしろ、署名信号上で動作することにより加入者識別トークンの処理能力を最大にする。典型的に、署名信号はメッセージよりもより短いビット長を有するであろう。よって、送信メッセージフレームよりはむしろ署名信号上で動作するために、加入者識別における署名発生器として、より少ない時間が必要となる。上記されたように、加入者識別トークンの処理能力は通常、移動体ユニットの処理能力よりもずっと小さい。よって、この実施形態の実施は、スピードを犠牲にすること無しにメッセージの安全な認証を提供するであろう。

【００４７】

しかしながら、プロセッサ構造における改良がほとんど指数関数的なペースで発生することは注目されねばならない。そのような改良はより速い処理時間と、より小さいプロセッサ・サイズとから成る。よって、ローカル認証を提供するもう１つの実施形態が実施されることができ、そこでは一次署名信号は短い署名信号を介して間接よりはむしろ、１メッセージから直接発生されることができる。移動体ユニットは、移動体ユニット内部の署名発生素子にメッセージを渡すよりはむしろ、一次署名信号をすぐに発生する能力を有するもの、加入者識別トークンにメッセージを直接渡すように構成されることができる。もう１つの実施形態では、前記メッセージのために必要とされる安全度に従って、限られた数のメッセージのみが加入者識別ユニットに直接渡される必要がある。

【００４８】

種々の実施形態が無線通信システムの文脈内に記述されたが、一方で、種々の実施形態が、通信ネットワーク内に接続されたよく知られていない端末を使用しているいずれの当事者にも安全なローカル認証を提供するために、さらに使用され得ることは注目されねばならない。

【００４９】

このように、通信システムにおいて加入者のローカル認証を実行するための新規な及び改良された方法及び装置が記述された。この分野の技術者は、この中に開示された実施形態に関して記述された種々の実例となる論理ブロック、モジュール、回路、及びアルゴリズム・ステップは電子ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、またはそれの組合わ

せとして実施されてもよいことを理解するであろう。種々の実例となる構成要素、ブロック、モジュール、回路、及びステップは、一般にそれらの機能性の表現で記述された。機能性がハードウェア、ソフトウェア、またはファームウェアとして実施されるかどうかはシステム全体に課された特定のアプリケーションと設計の制約とによる。これらの環境下でのハードウェア、ソフトウェア、及びファームウェアの互換性、及び各特定のアプリケーションについて記述された機能性を実施することがいかにベストであるかを、熟練技工は認める。

【００５０】

種々の実例となる論理ブロック、モジュール、回路、及びこの中に開示された実施形態に関して記述されたアルゴリズム・ステップは、ディジタル信号プロセッサ（ＤＳＰ）、特定用途向け集積回路（ＡＳＩＣ）、フィールド・プログラム可能なゲートアレイ（ＦＰＧＡ）または他のプログラム可能な論理装置、ディスクリート・ゲートかトランジスタ論理、ディスクリート・ハードウェア構成要素で実施または実行されることができる。１セットのファームウェア命令を実行するプロセッサ、いずれか従前のプログラム可能なソフトウェア・モジュールとプロセッサ、またはそれのいずれかの組合わせは、この中に記述された機能を実行するように設計されることが可能である。プロセッサは好都合にマイクロプロセッサであってもよいが、しかし代替案では、プロセッサはいずれか従前のプロセッサ、コントローラ、マイクロコントローラ、またはステートマシンであってもよい。ソフトウェア・モジュールはＲＡＭメモリ、フラッシュ・メモリ、ＲＯＭメモリ、ＥＰＲＯＭメモリ、ＥＥＰＲＯＭメモリ、レジスタ、ハードディスク、着脱可能形ディスク、ＣＤ－ＲＯＭ、あるいはこの分野において既知のいずれか他の形式の蓄積媒体に属することができる。例示的なプロセッサは蓄積媒体から情報を読取り、そしてそれに情報を書き込むように蓄積媒体に連結される。代替案では、蓄積媒体はＡＳＩＣ内に存ってもよい。ＡＳＩＣは電話機または他のユーザ端末内に存ってもよい。代替案では、プロセッサと蓄積媒体とは電話機または他のユーザ端末内に存ってもよい。プロセッサはＤＳＰとマイクロプロセッサとの組合わせとして、またはＤＳＰコアなどとともに２台のマイクロプロセッサとして実施されてもよい。技術者は上記説明の全体を通して参照されることができるデータ、指示、命令、情報、信号、ビット、記号、及びチップが、電圧、電流、電磁波、磁界または粒子、光学界または粒子、あるいはそれのいずれかの組合わせにより表されることをさらに認めるであろう。

【００５１】

本発明の種々の実施形態はこのように示され、そして記述された。しかしながら、この分野における正規の技術の１つにとって、この発明の精神または範囲を逸脱すること無しにここに開示された実施形態に多くの変更がなされてもよいことは明白であろう。

【図面の簡単な説明】

【００５２】

【図１】典型的なデータ通信システムを示す図。

【図２】本発明の無線通信システム内の構成要素間の通信交換を示す図。

【図３】本発明の加入者識別トークンが移動体ユニットに暗号支持(encryption support)を提供する１実施形態を示す図。

【図４】本発明のハッシュ機能が認証署名を発生するために使用される１実施形態を示す図。

【図５】本発明の認証署名を発生するためにメッセージをハッシュするための１方法を示すフローチャート。

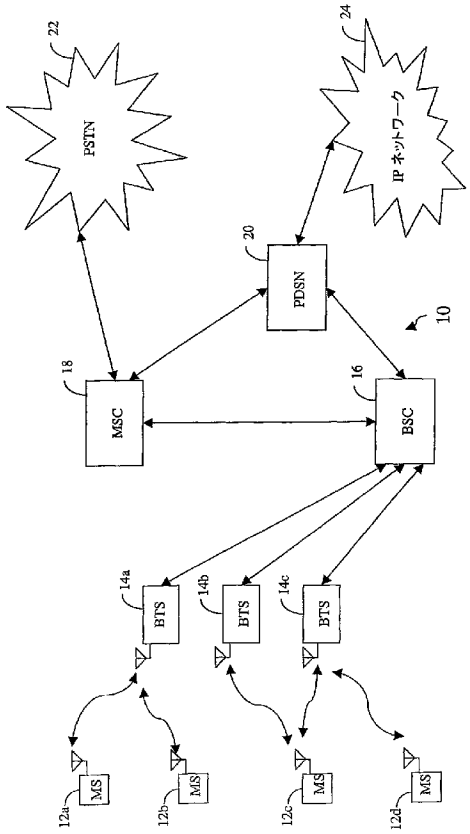
【符号の説明】

【００５３】

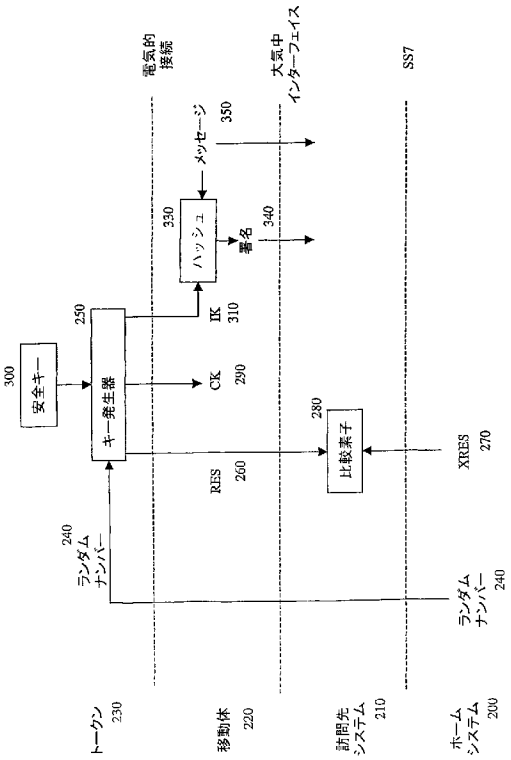
１２ａ－１２ｄ…ＭＳ、１４ａ－１４ｃ…ＢＴＳ、１６…ＢＳＣ、１８…ＭＳＣ、２０…ＰＤＳＮ、２２…ＰＳＴＮ、２４…ＩＰネットワーク、２００…ホームシステム、２１０…訪問先システム、２２０…移動体ユニット、２３０…加入者識別トークン、２４０…ランダムナンバー、２５０…キー発生器、２６０…ＲＥＳ、２７０…ＸＲＥＳ、２８０…比

較素子、２９０…ＣＫ、３００…安全キー、３１０…ＩＫ、３２０…ＵＡＫ、３３０…ハッシュ機能、３４０…署名、３５０…メッセージ、３６０…署名発生器、３７０…一次署名、３８０…検証素子、３９０…ＵＡＫ及びＩＫ

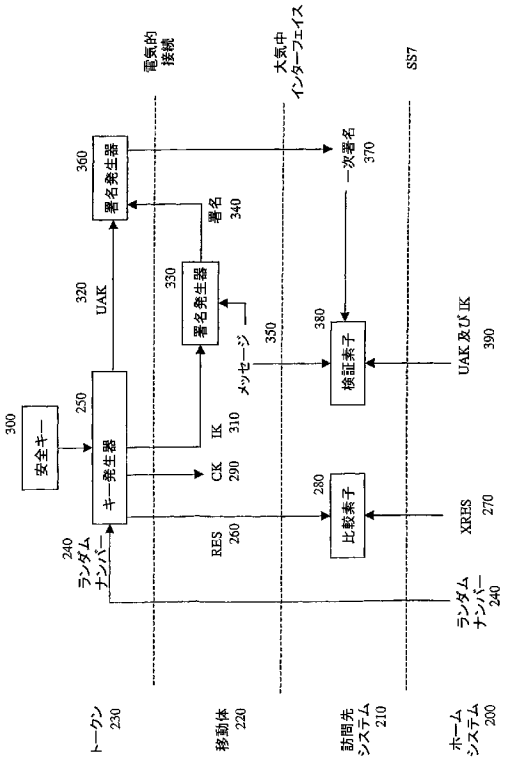
【図１】



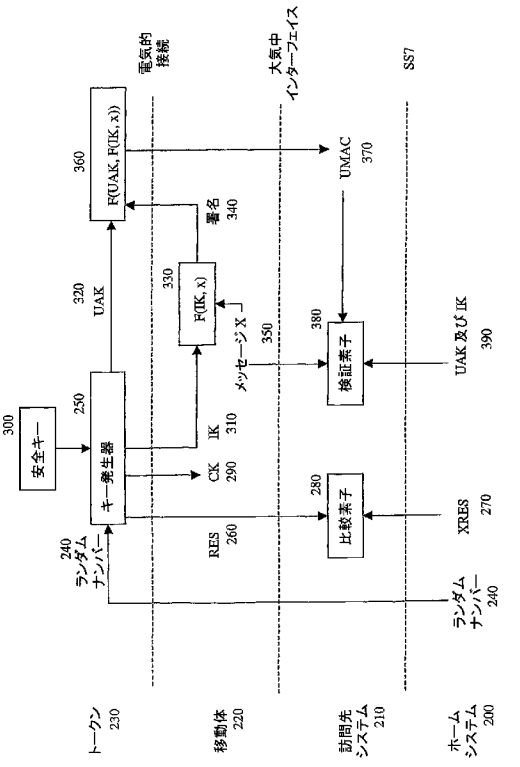
【図２】



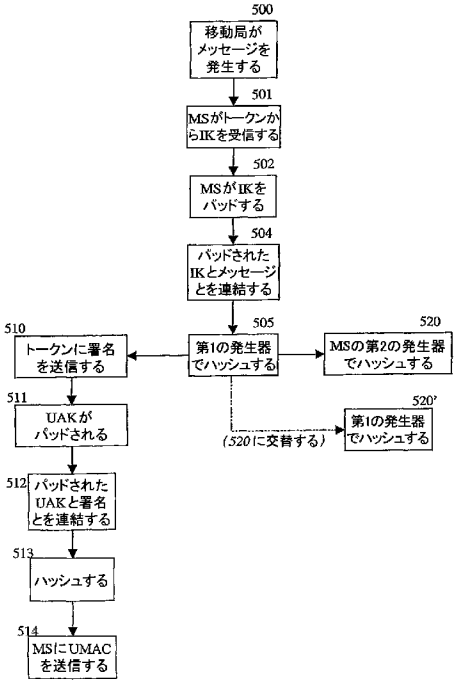
【図３】


電気的接続
大気中インターフェイス
SS7
署名発生器 360
一次署名 370
署名 340
署名発生器 330
UAK 320
メッセージ 350
検証素子 380
UAK及びIK 390
安全キー 300
キー発生器 250
IK 310
CK 290
RES 260
比較素子 280
XRES 270
ランダムナンバー 240
ランダムナンバー 240
トークン 230
移動体 220
訪問先システム 210
ホームシステム 200

【図４】


電気的接続
大気中インターフェイス
SS7
F(UAK, F(IK, x)) 360
UMAC 370
署名 340
F(IK, x) 330
UAK 320
メッセージ X 350
検証素子 380
UAK及びIK 390
安全キー 300
キー発生器 250
IK 310
CK 290
RES 260
比較素子 280
XRES 270
ランダムナンバー 240
ランダムナンバー 240
トークン 230
移動体 220
訪問先システム 210
ホームシステム 200

【図５】


500
移動局がメッセージを発生する
501
MSがトークンからIKを受信する
502
MSがIKをパッドする
504
パッドされたIKとメッセージとを連結する
505
第1の発生器でハッシュする
510
トークンに署名を送信する
520
MSの第2の発生器でハッシュする
511
UAKがパッドされる
520'
第1の発生器でハッシュする
(520に交替する)
512
パッドされたUAKと署名とを連結する
513
ハッシュする
514
MSにUMACを送信する

【国際公開パンフレット】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau

(43) International Publication Date
28 November 2002 (28.11.2002)

PCT

(10) International Publication Number
WO 02/096150 A1

(51) International Patent Classification⁷: H04Q 7/38, H04L 9/32, 29/06, H04Q 7/32

(21) International Application Number: PCT/US02/16103

(22) International Filing Date: 21 May 2002 (21.05.2002)

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

(30) Priority Data:
09/863,139 22 May 2001 (22.05.2001) US

(71) Applicant: QUALCOMM INCORPORATED [US/US]; 5775 Morehouse Drive, San Diego, CA 92121-1714 (US).

(72) Inventors: QUICK, Roy, F., Jr.; 1150 Barcelona Drive, San Diego, CA 92107 (US). ROSE, Gregory, G.; 6 Kingston Avenue, Morllake, NSW 2137 (AU).

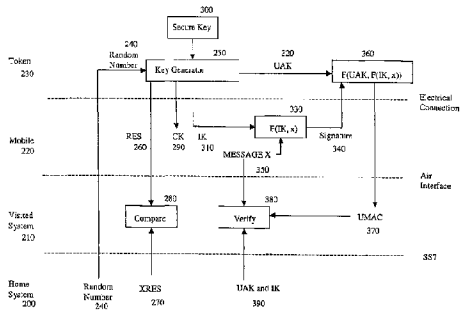
(74) Agents: WADSWORTH, Philip, R. et al.; Qualcomm Incorporated, 5775 Morehouse Drive, San Diego, CA 92121-1714 (US).

(81) Designated States (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Designated States (regional): ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Continued on next page]

(54) Title: LOCAL AUTHENTICATION IN A COMMUNICATION SYSTEM



(57) Abstract: Methods and apparatus are presented for providing local authentication of subscribers travelling outside their home systems. A subscriber identification token (230) provides authentication support by generating a signature (370) based upon a key that is held secret from a mobile unit (220). A mobile unit (220) that is programmed to wrongfully retain keys from a subscriber identification token (230) after a subscriber has removed his other token is prevented from subsequently accessing the subscriber's account.

WO 02/096150 A1

WO 02/096150 A1

Published:
— *with international search report*

For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

LOCAL AUTHENTICATION IN A COMMUNICATION SYSTEM

BACKGROUND

I. Field of the Invention

The present invention relates to communication systems, and more particularly, to local authentication of a communication system subscriber.

II. Background

The field of wireless communications has many applications including, e.g., cordless telephones, paging, wireless local loops, personal digital assistants (PDAs), Internet telephony, and satellite communication systems. A particularly important application is cellular telephone systems for mobile subscribers. As used herein, the term "cellular" system encompasses both cellular and personal communications services (PCS) frequencies. Various over-the-air interfaces have been developed for such cellular telephone systems including, e.g., frequency division multiple access (FDMA), time division multiple access (TDMA), and code division multiple access (CDMA). In connection therewith, various domestic and international standards have been established including, e.g., Advanced Mobile Phone Service (AMPS), Global System for Mobile (GSM), and Interim Standard 95 (IS-95). In particular, IS-95 and its derivatives, IS-95A, IS-95B, ANSI J-STD-008 (often referred to collectively herein as IS-95), and proposed high-data-rate systems for data, etc. are promulgated by the Telecommunication Industry Association (TIA) and other well known standards bodies.

Cellular telephone systems configured in accordance with the use of the IS-95 standard employ CDMA signal processing techniques to provide highly efficient and robust cellular telephone service. Exemplary cellular telephone systems configured substantially in accordance with the use of the IS-95 standard are described in U.S. Patent Nos. 5,103,459 and 4,901,307, which are assigned to the assignee of the present invention and incorporated

by reference herein. An exemplary system utilizing CDMA techniques is the cdma2000 ITU-R Radio Transmission Technology (RTT) Candidate Submission (referred to herein as cdma2000), issued by the TIA. The standard for cdma2000 is given in the draft versions of IS-2000 and has been approved by the TIA. The cdma2000 proposal is compatible with IS-95 systems in many ways. Another CDMA standard is the W-CDMA standard, as embodied in 3rd Generation Partnership Project "3GPP", Document Nos. 3G TS 25.211, 3G TS 25.212, 3G TS 25.213, and 3G TS 25.214.

Given the ubiquitous proliferation of telecommunications services in most parts of the world and the increased mobility of the general populace, it is desirable to provide communication services to a subscriber while he or she is travelling outside the range of the subscriber's home system. One method of satisfying this need is the use of an identification token, such as the Subscriber Identity Module (SIM) in GSM systems, wherein a subscriber is assigned a SIM card that can be inserted into a GSM phone. The SIM card carries information that is used to identify the billing information of the party inserting the SIM card into a mobile phone. Next generation SIM cards have been renamed as USIM (UTMS SIM) cards. In a CDMA system, the identification token is referred to as a Removable User Interface Module (R-UIM) and accomplishes the same purpose. Use of such an identification token allows a subscriber to travel without his or her personal mobile phone, which may be configured to operated on frequencies that are not used in the visited environment, and to use a locally available mobile phone without incurring costs in establishing a new account.

Although convenient, the use of such identification tokens to access account information of a subscriber can be insecure. Currently, such identification tokens are programmed to transmit private information, such as a cryptographic key used for message encryption or an authentication key for identifying the subscriber, to the mobile phone. A person contemplating the theft of account information can accomplish his or her goal by programming a mobile phone to retain private information after the identification token has been removed, or to transmit the private information to another storage unit

during the legitimate use of the mobile phone. Mobile phones that have been tampered in this manner will hereafter be referred to as "rogue shells." Hence, there is a current need to preserve the security of the private information stored on an identification token while still facilitating the use of said private information to access communication services.

Summary

A novel method and apparatus for providing secure authentication to a subscriber roaming outside his or her home system are presented. In one aspect, a subscriber identification token is configured to provide authentication support to a mobile unit, wherein the mobile unit conveys information to the subscriber identification token for transformation via a secret key.

In one aspect, an apparatus for authenticating a subscriber in a wireless communication system is presented, wherein the apparatus can be communicatively coupled to a mobile station operating within the wireless communications system. The apparatus comprises a memory and a processor configured to implement a set of instructions stored in the memory, the set of instructions for selectively generating a primary signature based upon a key that is held private from the mobile station and a secondary signature that is received from the mobile station.

In another aspect, a method for providing authentication of a subscriber using a subscriber identification device is presented. The method comprises the steps of: generating a plurality of keys; transmitting at least one key from the plurality of keys to a communications device communicatively coupled to the subscriber identification device and holding private at least one key from the plurality of keys; generating a signature at the communications device using both the at least one key transmitted to the communications device and a transmission message, wherein generating is implemented by hashing a concatenated value formed from the at least one key and the transmission message; transmitting the signature to the subscriber identification device; receiving the signature at the subscriber identification device; generating a

primary signature from the received signature, wherein the generating is implemented by hashing a concatenated value formed from the at least one private key and the signature received from the communications device; and conveying the primary signature to a communications system.

In another aspect, a subscriber identification module is presented. The subscriber identification module comprises a key generation element and a signature generator configured to receive a secret key from the key generation element and information from a mobile unit, and further configured to generate a signature that will be sent to the mobile unit, wherein the signature is generated by concatenating the secret key with the information from the mobile unit and hashing the concatenated secret key and information.

Detailed Description of the Drawings

FIG. 1 is a diagram of an exemplary data communication system.

FIG. 2 is a diagram of a communication exchange between components in a wireless communication system.

FIG. 3 is a diagram of an embodiment wherein a subscriber identification token provides encryption support to a mobile unit.

FIG. 4 is a diagram of an embodiment wherein a hashing function is used to generate an authentication signature.

FIG. 5 is a flow chart of a method to hash a message in order to generate an authentication signature.

Detailed Description of the Embodiments

As illustrated in FIG. 1, a wireless communication network 10 generally includes a plurality of mobile stations (also called subscriber units or user equipment) 12a-12d, a plurality of base stations (also called base station transceivers (BTSs) or Node B) 14a-14c, a base station controller (BSC) (also called radio network controller or packet control function 16), a mobile switching center (MSC) or switch 18, a packet data serving node (PDSN) or internetworking function (IWF) 20, a public switched telephone network

(PSTN) 22 (typically a telephone company), and an Internet Protocol (IP) network 24 (typically the Internet). For purposes of simplicity, four mobile stations 12a-12d, three base stations 14a-14c, one BSC 16, one MSC 18, and one PDSN 20 are shown. It would be understood by those skilled in the art that there could be any number of mobile stations 12, base stations 14, BSCs 16, MSCs 18, and PDSNs 20.

In one embodiment the wireless communication network 10 is a packet data services network. The mobile stations 12a-12d may be any of a number of different types of wireless communication device such as a portable phone, a cellular telephone that is connected to a laptop computer running IP-based, Web-browser applications, a cellular telephone with associated hands-free car kits, a personal data assistant (PDA) running IP-based, Web-browser applications, a wireless communication module incorporated into a portable computer, or a fixed location communication module such as might be found in a wireless local loop or meter reading system. In the most general embodiment, mobile stations may be any type of communication unit.

The mobile stations 12a-12d may be configured to perform one or more wireless packet data protocols such as, for example, the EIA/TIA/IS-707 standard. In a particular embodiment, the mobile stations 12a-12d generate IP packets destined for the IP network 24 and encapsulate the IP packets into frames using a point-to-point protocol (PPP).

In one embodiment the IP network 24 is coupled to the PDSN 20, the PDSN 20 is coupled to the MSC 18, the MSC 18 is coupled to the BSC 16 and the PSTN 22, and the BSC 16 is coupled to the base stations 14a-14c via wirelines configured for transmission of voice and/or data packets in accordance with any of several known protocols including, e.g., E1, T1, Asynchronous Transfer Mode (ATM), IP, Frame Relay, HDSL, ADSL, or xDSL. In an alternate embodiment, the BSC 16 is coupled directly to the PDSN 20, and the MSC 18 is not coupled to the PDSN 20. In another embodiment of the invention, the mobile stations 12a-12d communicate with the base stations 14a-14c over an RF interface defined in the 3rd Generation Partnership Project 2 "3GPP2", "Physical Layer Standard for cdma2000

Spread Spectrum Systems," 3GPP2 Document No. C.P0002-A, TIA PN-4694, to be published as TIA/EIA/IS-2000-2-A, (Draft, edit version 30) (Nov. 19, 1999), which is fully incorporated herein by reference.

During typical operation of the wireless communication network 10, the base stations 14a-14c receive and demodulate sets of reverse-link signals from various mobile stations 12a-12d engaged in telephone calls, Web browsing, or other data communications. Each reverse-link signal received by a given base station 14a-14c is processed within that base station 14a-14c. Each base station 14a-14c may communicate with a plurality of mobile stations 12a-12d by modulating and transmitting sets of forward-link signals to the mobile stations 12a-12d. For example, as shown in FIG. 1, the base station 14a communicates with first and second mobile stations 12a, 12b simultaneously, and the base station 14c communicates with third and fourth mobile stations 12c, 12d simultaneously. The resulting packets are forwarded to the BSC 16, which provides call resource allocation and mobility management functionality including the orchestration of soft handoffs of a call for a particular mobile station 12a-12d from one base station 14a-14c to another base station 14a-14c. For example, a mobile station 12c is communicating with two base stations 14b, 14c simultaneously. Eventually, when the mobile station 12c moves far enough away from one of the base stations 14c, the call will be handed off to the other base station 14b.

If the transmission is a conventional telephone call, the BSC 16 will route the received data to the MSC 18, which provides additional routing services for interface with the PSTN 22. If the transmission is a packet-based transmission such as a data call destined for the IP network 24, the MSC 18 will route the data packets to the PDSN 20, which will send the packets to the IP network 24. Alternatively, the BSC 16 will route the packets directly to the PDSN 20, which sends the packets to the IP network 24.

FIG. 2 illustrates a method for authenticating a subscriber using a mobile phone in a wireless communication system. A subscriber travelling outside of the range of his or her Home System (HS) 200 uses a mobile unit 220 in a Visited System (VS) 210. The subscriber uses the mobile unit 220 by

inserting a subscriber identification token. Such a subscriber identification token is configured to generate cryptographic and authentication information that allows a subscriber to access account services without the need for establishing a new account with the visited system. A request (note shown in figure) is sent from the mobile unit 220 to the VS 210 for service. VS 210 contacts HS 200 to determine service to the subscriber (not shown in figure).

HS 200 generates a random number 240 and an expected response (XRES) 270 based on knowledge of the private information held on the subscriber identification token. The random number 240 is to be used as a challenge, wherein the targeted recipient uses the random number 240 and private knowledge to generate a confirmation response that matches the expected response 270. The random number 240 and the XRES 270 are transmitted from the HS 200 to the VS 210. Other information is also transmitted, but is not relevant herein (not shown in figure). Communication between the HS 200 and the VS 210 is facilitated in the manner described in Fig. 1. The VS 210 transmits the random number 240 to the mobile unit 220 and awaits the transmission of a confirmation message 260 from the mobile unit 220. The confirmation message 260 and the XRES 270 are compared at a compare element 280 at the VS 210. If the confirmation message 260 and XRES 270 match, the VS 210 proceeds to provide service to the mobile unit 220.

Mobile unit 220 sends the random number 240 to the subscriber identification token 230 that has been inserted inside the mobile unit 220 by the subscriber. A Secure Key 300 is stored on the subscriber identification token 230. Both the Secure Key 300 and the random number 240 are used by a key generator 250 to generate the confirmation message 260, a cryptographic Cipher Key (CK) 290, and an Integrity Key (IK) 310. The CK 290 and IK 310 are conveyed to the mobile unit 220.

At the mobile unit 220, the CK 290 can be used to encrypt communications between the mobile unit 220 and the VS 210, so that communications can be decrypted only by the intended recipient of the message. Techniques for using a cryptographic key to encrypt

communications are described in co-pending U.S. Patent Application 09/143,441, filed on August 28, 1998, entitled, "Method and Apparatus for Generating Encryption Stream Ciphers," assigned to the assignee of the present invention, and incorporated by reference herein. Other encryption techniques can be used without affecting the scope of the embodiments described herein.

The IK 310 can be used to generate a message authentication code (MAC), wherein the MAC is appended to a transmission message frame in order to verify that the transmission message frame originated from a particular party and to verify that the message was not altered during transmission. Techniques for generating MACs are described in co-pending U.S. Patent Application No. 09/371,147, filed on August 9, 1999, entitled, "Method and Apparatus for Generating a Message Authentication Code," assigned to the assignee of the present invention and incorporated by reference herein. Other techniques for generating authentication codes may be used without affecting the scope of the embodiments described herein. Hence, the term "signature" as used herein represents the output of any authentication scheme that can be implemented in a communication system.

Alternatively, the IK 310 can be used to generate an authentication signature 340 based on particular information that is transmitted separately or together with the transmission message. Techniques for generating an authentication signature are described in U.S. Patent 5,943,615, entitled, "Method and Apparatus for Providing Authentication Security in a Wireless Communication System," assigned to the assignee of the present invention and incorporated by reference herein. The authentication signature 340 is the output of a hashing element 330 that combines the IK 310 with a message 350 from the mobile unit 220. The authentication signature 340 and the message 350 are transmitted over the air to the VS 210.

As seen in FIG. 2, the cryptographic key 290 and the integrity key 310 are transmitted from the subscriber identification token 230 to the mobile unit 220, which proceeds to generate data frames for public dissemination over the air. While this technique may prevent an eavesdropper from determining

the values of such keys over the air, this technique does not provide protection from attack by a rogue shell. A rogue shell can be programmed to accept the CK 290 and the IK 310, and to then store the keys rather than purging the presence of such keys from local memory. Another method to steal keys is to program the mobile unit 220 to transmit received keys to another location. The CK 290 and the IK 310 can then be used to fraudulently bill unauthorized communications to the subscriber. This rogue shell attack is particularly effective in systems wherein the random number generated at the Home System 200 is used in a manner that is insecure, such as the case when the same generated keys are used for an extended period of time.

An embodiment that protects against a rogue shell attack uses the processors and memory in the subscriber identification token to generate an electronic signature that cannot be reproduced by a mobile unit without the insertion of the subscriber identification token.

FIG. 3 illustrates an embodiment for performing local authentication of a subscriber in a wireless communication system. In this embodiment, the subscriber identification token 230 is programmed to generate an authentication response based on a key that is not passed to the mobile unit 220. Hence, if the mobile unit used by a subscriber is a rogue shell, the rogue shell cannot recreate the appropriate authentication responses.

Similar to the method described in FIG. 2, the mobile unit 220 generates a signature signal based upon an IK 310 that is received from the subscriber identification token 230 and a message that is to be sent to the VS 210. However, in one embodiment, the signature signal is not passed to the VS. The signature signal is passed to the subscriber identification token 230, and is used along with an additional key to generate a primary signature signal. The primary signature signal is sent out to the mobile unit 220, which in turn transmits the primary signature signal to the VS 210 for authentication purposes.

HS 200 generates a random number 240 and an expected response (XRES) 270 based on knowledge of the Secure Key held on the subscriber identification token 230. The random number 240 and the XRES 270 are

transmitted to the VS 210. Communication between the HS 200 and the VS 210 is facilitated in the manner described in Fig. 1. The VS 210 transmits the random number 240 to the mobile unit 220 and awaits the transmission of a confirmation message 260 from the mobile unit 220. The confirmation message 260 and the XRES 270 are compared at a compare element 280 at the VS 210. If the confirmation message 260 and the XRES 270 match, the VS 210 proceeds to provide service to the mobile unit 220.

Mobile unit 220 conveys the random number 240 to the subscriber identification token 230 that has been electronically coupled with the mobile unit 220 by the subscriber. A Secure Key 300 is stored on the subscriber identification token 230. Both the Secure Key 300 and the random number 240 are used by a key generator 250 to generate the confirmation message 260, a Cryptographic Key (CK) 290, an Integrity Key (IK) 310, and a UIM Authentication Key (UAK) 320. The CK 290 and IK 310 are conveyed to the mobile unit 220.

At the mobile unit 220, the CK 290 is used for encrypting transmission data frames (not shown in FIG. 3). The IK 310 is used to generate a signature signal 340. The signature signal 340 is the output of a signature generator 330 that uses an encryption operation or a one-way operation, such as a hashing function, upon the IK 310 and a message 350 from the mobile unit 220. The signature signal 340 is transmitted to the subscriber identification token 230. At the subscriber identification token 230, the signature signal 340 and the UAK 320 are manipulated by a signature generator 360 to generate a primary signature signal 370. The primary signature signal 370 is transmitted to the mobile unit 220 and to the VS 210, where a verification element 380 authenticates the identity of the subscriber. The verification element 380 can accomplish the verification by regenerating the signature signal 340 and the primary signature signal 370. Alternatively, the verification element 380 can receive the signature signal 340 from the mobile unit 220 and only regenerate the primary signature signal 370.

The regeneration of the signature signal 340 and the primary signature signal 370 at the VS 210 can be accomplished by a variety of techniques. In

one embodiment, the verification element 380 can receive a UAK 390 and an integrity key from the Home System 200. When the verification element 380 also receives the message 350 from the mobile unit 220, the signature signal can be generated and then be used to generate the primary signature element.

The signature generator 360 within the subscriber identification token 230 can comprise a memory and a processor, wherein the processor can be configured to manipulate inputs using a variety of techniques. These techniques can take the form of encryption techniques, hashing functions, or any nonreversible operation. As an example, one technique that can be implemented by the subscriber identification token is the Secure Hash Algorithm (SHA), promulgated in Federal Information Processing Standard (FIPS) PUB 186, "Digital Signature Standard," May 1994. Another technique that can be performed by the subscriber identification token is the Data Encryption Standard (DES), promulgated in FIPS PUB 46, January 1977. The use of the term "encryption" as used herein does not necessarily imply that operations must be reversible. The operations may be non-reversible in the embodiments described herein.

The key generator 250 can also comprise a memory and a processor. Indeed, in one embodiment, a single processor can be configured to accomplish the functions of the signature generator 360 and the key generator 250. Verification can be performed by calculating the same result from the same inputs at the verification element 380, and comparing the calculated and transmitted values.

In a more detailed description of the embodiment above, signal generator 330 can be configured to implement a technique referred to herein as HMAC-SHA-1. In the embodiment described above, it was noted that a hashing function could be used within the signal generator 330 to generate a signature signal 340. A description of hash-based MACs (HMACs) can be found in the paper, "Keying Hash Functions for Message Authentication," Bellare, et al., Advances in Cryptology – Crypto 96 Proceedings, Lecture Notes in Computer Science Vol. 1109, Springer-Verlag, 1996. An HMAC is a

MAC scheme that uses a cryptographic hash function, such as SHA-1, in a two-step process. In an HMAC-SHA-1 scheme, a random and secret key initializes the SHA-1 function, which is then used to produce a digest of the message. The key is then used to initialize SHA-1 again to produce a digest of the first digest. This second digest provides a MAC that will be appended to each message. In the embodiment described herein, the integrity key (IK) 310 that is generated by the subscriber identification token 230 can be used as the random and secret key initializing SHA-1. FIG. 4 is a flow chart illustrating the implementation of the HMAC in the mobile station, which is initialized by an integrity key from the subscriber identification token, and the implementation of the HMAC in the subscriber identification token, which is initialized by a UIM Authentication Key.

In FIG. 4, HS 200 generates a random number 240 and an expected response (XRES) 270 based on knowledge of the private information held on the subscriber identification token 230. The random number 240 and the XRES 270 are transmitted to the VS 210. Communication between the HS 200 and the VS 210 is facilitated in the manner described in Fig. 1. The VS 210 transmits the random number 240 to the mobile unit 220 and awaits the transmission of a confirmation message 260 from the mobile unit 220. The confirmation message 260 and the XRES 270 are compared at a compare element 280 at the VS 210. If the confirmation message 260 and the XRES 270 match, the VS 210 proceeds to provide service to the mobile unit 220.

Mobile unit 220 conveys the random number 240 to the subscriber identification token 230 that has been electronically coupled with the mobile unit 220 by the subscriber. A Secure Key 300 is stored on the subscriber identification token 230. Both the Secure Key 300 and the random number 240 are used by a key generator 250 to generate the confirmation message 260, a Cryptographic Key (CK) 290, an Integrity Key (IK) 310, and a UIM Authentication Key (UAK) 320. The CK 290 and IK 310 are conveyed to the mobile unit 220.

At the mobile unit 220, the CK 290 is used for encrypting transmission data frames (not shown in FIG. 4). The IK 310 is used to generate a

signature signal 340 from the signature generator 330. The signature generator 330 is configured to produce a transformation of the message 260 through the use of SHA-1. The SHA-1 hashing function is initialized by the IK 310.

The signature signal 340, which is the result of the SHA-1 hashing function transforming the message 260, is transmitted to the subscriber identification token 230. At the subscriber identification token 230, the signature signal 340 and the UAK 320 are manipulated by a signature generator 360 to generate a transformation of the of the signature signal 340, which is the UIM message authentication code (UMAC) 370. The signature generator 360 is also configured to implement the SHA-1 hashing function, However, the function is initialized using UAK 320, rather then IK 310.

The UMAC 370 is transmitted to the mobile unit 220 and to the VS 210, where a verification element 380 authenticates the identity of the subscriber. The verification element 380 can accomplish the verification by regenerating the signature signal 340 and the UMAC 370. Alternatively, the verification element 380 can receive the signature signal 340 from the mobile unit 220 and only regenerate the UMAC 370.

FIG. 5 is a flow chart illustrating a generalized description of the embodiment. At step 500, a mobile unit generates a message that requires authentication. At step 501, the mobile unit receives an integrity key (IK) of length L from a subscriber identification token. At step 502, the mobile unit pads the integrity key IK to length b, wherein b is the block size of the hashing function of a signature generator within the mobile unit. In one embodiment, the key can be zero-padded to length b. In another embodiment, the key can be XORed with padding constants of length b. If the IK already has length b, then this step can be omitted. At step 504, the padded IK is concatenated with the message that requires authentication. The concatenation of the padded IK and the message is then hashed at step 505 by a signature generator configured to implement a hashing function such as SHA. In one embodiment, the output of the XOR operation is saved within a memory

element, and can be recalled for further use if the IK from the subscriber identification token remains the same during the communication session.

If the UIM authentication key (UAK) is to be used, then the program flow proceeds to step 510. If the UAK is not to be used, then the program flow proceeds to step 520.

At step 510, the hashed message from step 505 is transmitted to the subscriber identification token. At step 511, the subscriber identification token pads the UAK to length b, unless the UAK is already of length b. The padded IK can be stored in memory for reuse when a subsequent message requires authentication during the communication session. At step 512, the padded IK and the hashed message are concatenated and inputted into a signature generator. The signature generator is configured to implement a hashing function, such as SHA-1 at step 513. At step 514, the output of the signature generator is transmitted from the subscriber identification token to the mobile unit.

At step 520, the same integrity key is used to rehash the already hashed message. The hashed message from step 505 is sent to a second signature generator within the mobile unit. Or alternatively, the hashed message can be re-inserted into the signature generator of step 505. If one integrity key is to be used in two hashing processes, then the integrity key must be altered so that each of hashing generators is initialized with a different value. For example, for each hashing step, the integrity key can be bit-wise added to either constant value c_1 or constant value c_2, both of length b. Using this method, only one integrity key needs to be generated by the subscriber identification token.

It should be noted that the more secure embodiment is the implementation wherein the second hashing step is performed using the UAK at the subscriber identification token.

The process described in FIG. 5 can be mathematically described by the equation:

$$HMAC(x) = F_{token}(UAK, F_{mobile}(IK, x)),$$

wherein $F_Y(\ )$ represents a hashing function performed at a location Y, *x* represents the original message, *UAK* and *IK* are the keys, and a comma represents a concatenation.

A subscriber identification token used in a CDMA system or a GSM system, also known as an R-UIM or a USIM, respectively, can be configured to generate the primary signature signal or UMAC in the manner described above, i.e., all messages generated by the mobile unit are encrypted and authenticated. However, since the central processing unit in such tokens can be limited, it may be desirable to implement an alternative embodiment, wherein a weight of importance is assigned to a message frame so that only important messages are securely encrypted and authenticated. For example, a message frame containing billing information has more need for increased security than a message frame containing a voice payload. Hence, the mobile unit can assign a greater weight of importance to the billing information message frame and a lesser weight of importance to the voice message frame. When the subscriber identification token receives the signature signals generated from these weighted messages, the CPU can assess the different weights of importance attached to each signature signal and determine a primary signature signal for only the heavily weighted signature signals. Alternatively, the mobile unit can be programmed to convey only the "important" signature signals to the subscriber identification token. This method of selective primary signature signal generation increases the efficiency of the subscriber identification token by lightening the processing load of the subscriber identification token.

The embodiments described above prevent unauthorized use of a subscriber's account by requiring a more secure transaction between the subscriber identification token and the mobile unit. Since the mobile unit cannot generate a primary signature signal without knowledge of the secret UAK, the mobile unit that is programmed to act as a rogue shell cannot misappropriate subscriber information for wrongful purposes.

The embodiments described above also maximize the processing capability of the subscriber identification token by operating on a signature signal, rather than a message. Typically, a signature signal will have a shorter bit length than a message. Hence, less time is required for the signature generator in the subscriber identification to operate on a signature signal rather than a transmission message frame. As mentioned above, the processing capability of the subscriber identification token is usually much less than the processing capability of the mobile unit. Hence the implementation of this embodiment would provide secure authentication of messages without sacrificing speed.

However, it should be noted that improvements in processor architectures occur at an almost exponential pace. Such improvements consist of faster processing times and smaller processor sizes. Hence, another embodiment for providing local authentication can be implemented wherein the primary signature signal can be generated directly from a message, rather than indirectly through a short signature signal. A mobile unit can be configured to pass a message directly to the subscriber identification token, one with the capability to generate a primary signature signal quickly, rather than passing the message to a signature generating element within the mobile unit. In another embodiment, only a limited number of messages need be passed directly to the subscriber identification token, in accordance with the degree of security needed for said messages.

It should be noted that while the various embodiments have been described in the context of a wireless communication system, the various embodiments can be further used to provide secure local authentication of any party using an unfamiliar terminal connected in a communications network.

Thus, novel and improved methods and apparatus for performing local authentication of a subscriber in a communication system have been described. Those of skill in the art would understand that the various illustrative logical blocks, modules, circuits, and algorithm steps described in connection with the embodiments disclosed herein may be implemented as

electronic hardware, software, firmware, or combinations thereof. The various illustrative components, blocks, modules, circuits, and steps have been described generally in terms of their functionality. Whether the functionality is implemented as hardware, software, or firmware depends upon the particular application and design constraints imposed on the overall system. Skilled artisans recognize the interchangeability of hardware, software, and firmware under these circumstances, and how best to implement the described functionality for each particular application.

Implementation of various illustrative logical blocks, modules, circuits, and algorithm steps described in connection with the embodiments disclosed herein may be implemented or performed with a digital signal processor (DSP), an application specific integrated circuit (ASIC), a field programmable gate array (FPGA) or other programmable logic device, discrete gate or transistor logic, discrete hardware components. A processor executing a set of firmware instructions, any conventional programmable software module and a processor, or any combination thereof can be designed to perform the functions described herein. The processor may advantageously be a microprocessor, but in the alternative, the processor may be any conventional processor, controller, microcontroller, or state machine. The software module could reside in RAM memory, flash memory, ROM memory, EPROM memory, EEPROM memory, registers, hard disk, a removable disk, a CD-ROM, or any other form of storage medium known in the art. An exemplary processor is coupled to the storage medium so as to read information from, and write information to, the storage medium. In the alternative, the storage medium may reside in an ASIC. The ASIC may reside in a telephone or other user terminal. In the alternative, the processor and the storage medium may reside in a telephone or other user terminal. The processor may be implemented as a combination of a DSP and a microprocessor, or as two microprocessors in conjunction with a DSP core, etc. Those of skill would further appreciate that the data, instructions, commands, information, signals, bits, symbols, and chips that may be referenced throughout the above description are represented by voltages, currents, electromagnetic waves,

magnetic fields or particles, optical fields or particles, or any combination thereof.

Various embodiments of the present invention have thus been shown and described. It would be apparent to one of ordinary skill in the art, however, that numerous alterations may be made to the embodiments herein disclosed without departing from the spirit or scope of the invention.

WE CLAIM:

CLAIMS

1. A subscriber identification module for providing local authentication of a subscriber in a communication system, comprising:

a memory; and

a processor configured to implement a set of instructions stored in the memory, the set of instructions for:

generating a plurality of keys in response to a received challenge;

generating an initial value based upon a first key from the plurality of keys;

concatenating the initial value with a received signal to form an input value, wherein the received signal is transmitted from a communications unit communicatively coupled to the subscriber identification module, and the received signal is generated by the communications unit using a second key from the plurality of keys, the second key having been communicated from the subscriber identification module to the communications unit;

hashing the input value to form an authentication signal; and

transmitting the authentication signal to the communications system via the communications unit.

2. The apparatus of Claim 1, wherein hashing the input value is performed in accordance with the Secure Hashing Algorithm (SHA-1).

3. The apparatus of Claim 1, wherein generating the initial value comprises padding the first key.

4. The apparatus of Claim 3, wherein generating the initial value further comprises adding the padded first key bit-wise to a constant value.

5. The apparatus of Claim 1, wherein the received signal is generated at the communications unit by:

receiving the second key from the subscriber identification module;

generating a local initial value based upon the second key;

concatenating the local initial value and a message to form a local input value;

hashing the local input value to form the received signal; and

transmitting the received signal to the subscriber identification module.

6. The apparatus of Claim 5, wherein generating the local initial value comprises padding the second key.

7. The apparatus of Claim 6, wherein generating the local initial value further comprises adding the padded second key bit-wise to a second constant value.

8. A subscriber identification module, comprising:

a key generation element; and

a signature generator configured to receive a secret key from the key generation element and information from a mobile unit, and further configured to generate a signature that will be sent to the mobile unit, wherein the signature is generated by concatenating the secret key with the information from the mobile unit and hashing the concatenated secret key and information.

9. The subscriber identification module of Claim 8, wherein the key generation element comprises:

a memory; and

a processor configured to execute a set of instructions stored in the memory, wherein the set of instructions performs a cryptographic transformation upon an input value to produce a plurality of temporary keys.

10. The subscriber identification module of Claim 9, wherein the cryptographic transformation is performed using a permanent key.

11. An apparatus for providing secure local authentication of a subscriber in a communication system, comprising a subscriber identification module configured to interact with a communications unit, wherein the subscriber identification module comprises:

a key generator for generating a plurality of keys from a received value and a secret value, wherein at least one communication key from the plurality of keys is delivered to the communications unit and at least one secret key from the plurality of keys is not delivered to the communications unit; and

a signature generator for generating an authorization signal from hashing a version of the at least one secret key together with an authorization message, wherein the authorization message is generated by the communications unit using a version of the at least one communication key.

12. The apparatus of Claim 11, wherein the subscriber identification module is configured to be inserted into the communications unit.

13. The apparatus of Claim 11, wherein the at least one communication key comprises an integrity key.

14. The apparatus of Claim 11, wherein hashing is performed in accordance with SHA-1.

15. A method for providing authentication of a subscriber using a subscriber identification device, comprising:

generating a plurality of keys;

transmitting at least one key from the plurality of keys to a communications device communicatively coupled to the subscriber

identification device and holding private at least one key from the plurality of keys;

generating a signature at the communications device using both the at least one key transmitted to the communications device and a transmission message, wherein generating is implemented by hashing a concatenated value formed from the at least one key and the transmission message;

transmitting the signature to the subscriber identification device;

receiving the signature at the subscriber identification device;

generating a primary signature from the received signature, wherein the generating is implemented by hashing a concatenated value formed from the at least one private key and the signature received from the communications device; and

conveying the primary signature to a communications system.

16. The method of Claim 15, wherein hashing is implemented in accordance with SHA-1.

17. An apparatus for authenticating a subscriber in a wireless communication system, wherein the apparatus can be communicatively coupled to a mobile station operating within the wireless communications system, comprising:

a memory; and

a processor configured to implement a set of instructions stored in the memory, the set of instructions for selectively generating a primary signature based upon a key that is held private from the mobile station and a secondary signature that is received from the mobile station.

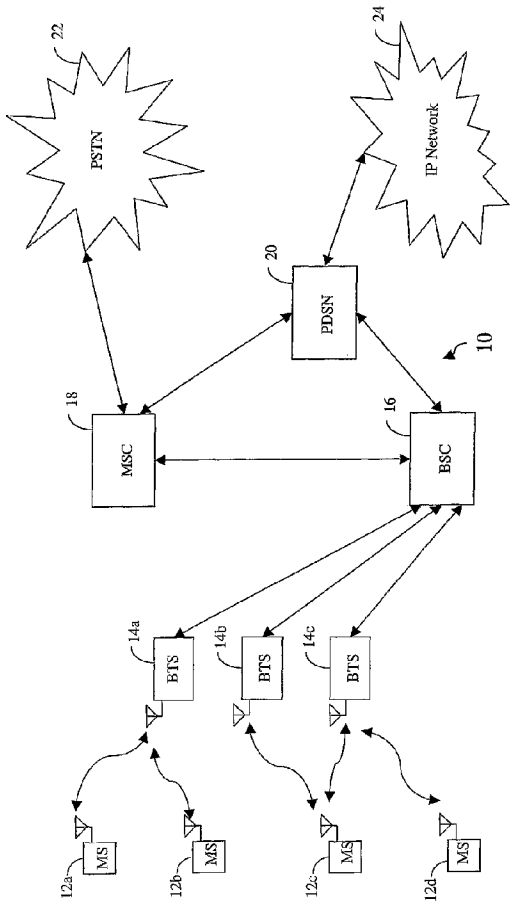

22
PSTN
24
IP Network
20
PDSN
10
18
MSC
16
BSC
14a
BTS
14b
BTS
14c
BTS
12a
MS
12b
MS
12c
MS
12d
MS

FIG. 1

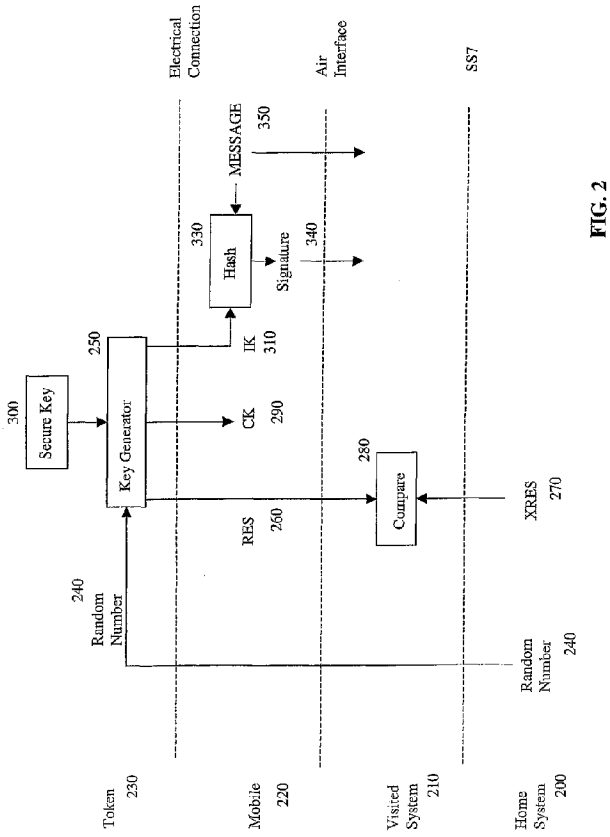

Electrical Connection
Air Interface
SS7
MESSAGE
350
330
Hash
Signature
340
IK
310
250
Key Generator
300
Secure Key
CK
290
280
Compare
XRES
270
RES
260
240
Random Number
Random Number
240
Token
230
Mobile
220
Visited System
210
Home System
200

FIG. 2

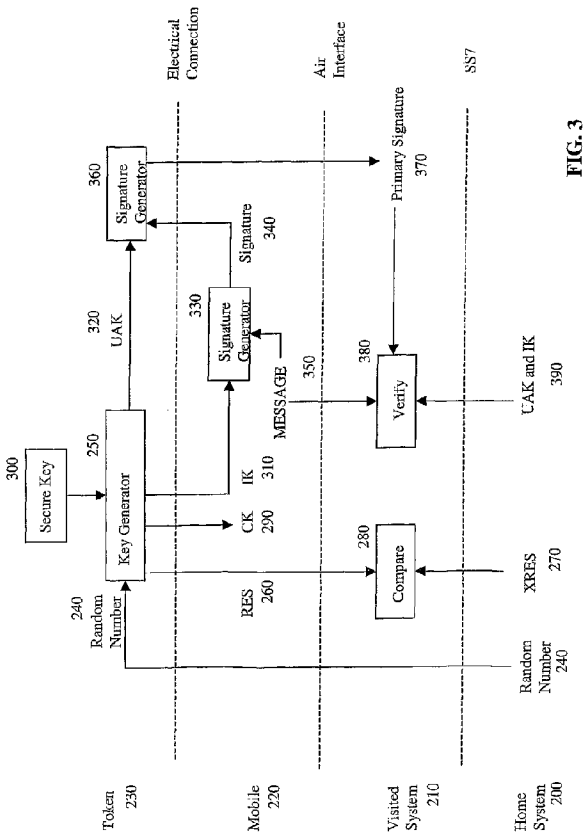

Electrical Connection
Air Interface
SS7
Token 230
Mobile 220
Visited System 210
Home System 200
Secure Key 300
Key Generator 250
Signature Generator 360
Signature Generator 330
UAK 320
IK 310
CK 290
RES 260
Signature 340
MESSAGE 350
Primary Signature 370
Verify 380
UAK and IK 390
Compare 280
XRES 270
Random Number 240
Random Number 240

FIG. 3

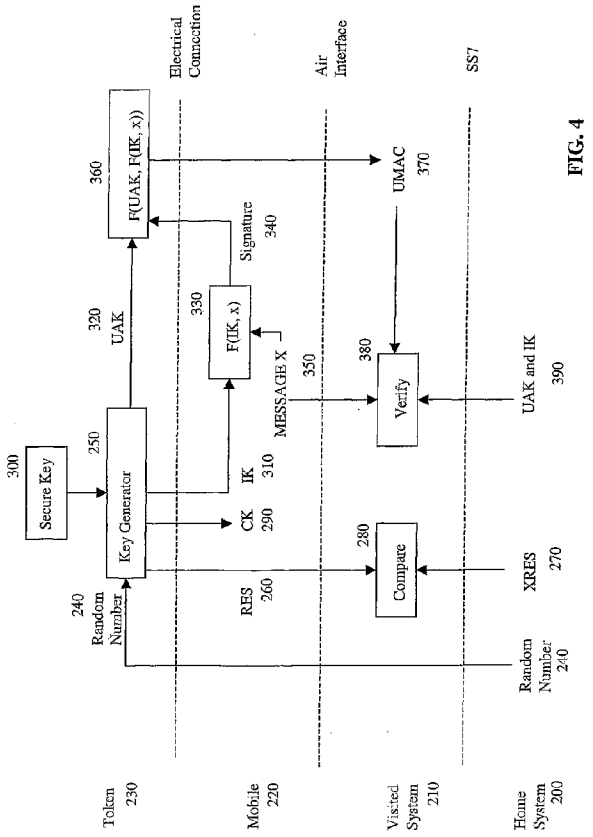

Electrical Connection
Air Interface
SS7
Token 230
Mobile 220
Visited System 210
Home System 200
Secure Key 300
Key Generator 250
Random Number 240
UAK 320
F(UAK, F(IK, x)) 360
Signature 340
F(IK, x) 330
IK 310
CK 290
RES 260
MESSAGE X 350
UMAC 370
Verify 380
UAK and IK 390
Compare 280
XRES 270
Random Number 240

FIG. 4

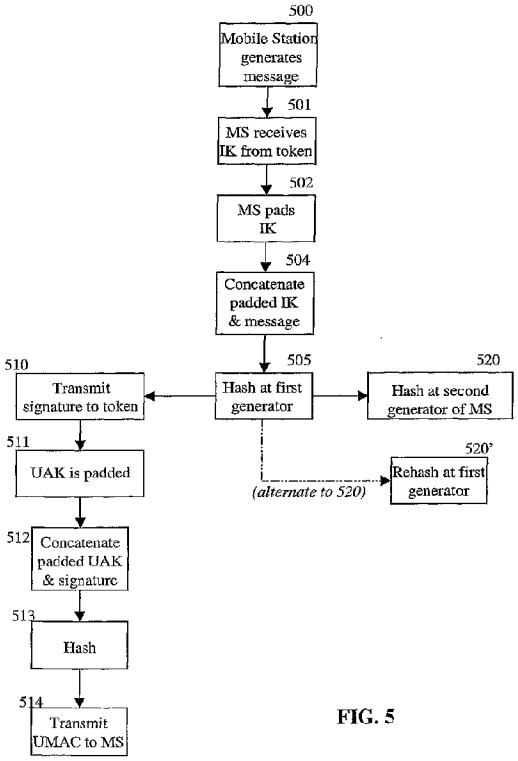

500
Mobile Station generates message
501
MS receives IK from token
502
MS pads IK
504
Concatenate padded IK & message
505
Hash at first generator
510
Transmit signature to token
511
UAK is padded
512
Concatenate padded UAK & signature
513
Hash
514
Transmit UMAC to MS
520
Hash at second generator of MS
520'
Rehash at first generator
(alternate to 520)

FIG. 5

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/US 02/16103

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H04Q7/38 H04L9/32 H04L29/06 H04Q7/32

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 H04Q H04L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	"Rouges MS_Shell Treat Analysis" 3GPP TSG SA WG3 SECURITY, 'Online! 28 - 30 November 2000, pages 1-17, XP002210348 Sophia Antipolis, France Retrieved from the Internet: <URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_sa/WG3_Security/2000_meetings/TSGS3_16_Sophia_Antipolis/Docs/PDF/S3-000711.pdf> 'retrieved on 2002-08-20!	8-10
A	paragraph '02.2! paragraph '2.4.4! paragraph '05.2! --- -/--	1-7, 11-17

[X] Further documents are listed in the continuation of box C. [X] Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
23 August 2002	05/09/2002

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Figiel, B

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

In [redacted] Application No PCT/US 02/16103

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	ALBERT LEVI, M. UFUK CAGLAYAN: "A Multiple Signature Based Certificate Verification Scheme" BOGAZICI UNIVERSITY, 'Online! XP002210349 Istanbul Retrieved from the Internet: <URL:http://citeseer.nj.nec.com/cache/papers/cs/2506/http:zSzzSzmercan.cmpe.boun.edu.trzSzlevizSzbas98.pdf/a-multiple-signature-based.pdf> 'retrieved on 2002-08-20! abstract paragraph '0001! ---	1
A	"Incorporating UIM into 3G and IMT-2000 Systems" TIA/EIA/IS-808, 'Online! - November 2000 (2000-11) XP002210350 Retrieved from the Internet: <URL:http://www.tiaonline.org/standards/sfg/imt2k/cdma2000/TIA-EIA-IS-808.pdf> 'retrieved on 2002-08-20! page 7 -page 25 ---	1-7
A	MEHROTRA A ET AL: "MOBILITY AND SECURITY MANAGEMENT IN THE GSM SYSTEM AND SOME PROPOSED FUTURE IMPROVEMENTS" PROCEEDINGS OF THE IEEE, IEEE. NEW YORK, US, vol. 86, no. 7, July 1998 (1998-07), pages 1480-1497, XP000854168 ISSN: 0018-9219 the whole document ---	1-7
E	WO 02 054663 A (QUALCOMM INC) 11 July 2002 (2002-07-11) page 12, line 7-13; figure 3 ----	8-14,17

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1998)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/US 02/16103

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
WO 02054663	A	11-07-2002	US	2002091931 A1	11-07-2002
			WO	02054663 A2	11-07-2002
			US	2002091933 A1	11-07-2002

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1998)

フロントページの続き

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,CH,CY,DE,DK,ES,FI,FR,GB,GR,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NO,NZ,OM,PH,PL,PT,RO,RU,SD,SE,SG,SI,SK,SL,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,UZ,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(74)代理人 100084618
弁理士 村松 貞男
(74)代理人 100092196
弁理士 橋本 良郎
(72)発明者 クイック、ロイ・エフ・ジュニア
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 ９２１０７、サン・ディエゴ、バルセロナ・ドライブ １１５０
(72)発明者 ローズ、グレゴリー・ジー
オーストラリア国、ニュー・サウス・ウェールズ州 ２１３７、モルトレイク、キングストン・アベニュー ６

Ｆターム(参考) 5J104 AA07 KA01 KA03 KA04 NA02 NA05 NA12 NA38 PA01
5K051 CC07 HH01 HH17
5K067 AA30 BB04 BB21 DD51 EE02 EE10 HH36